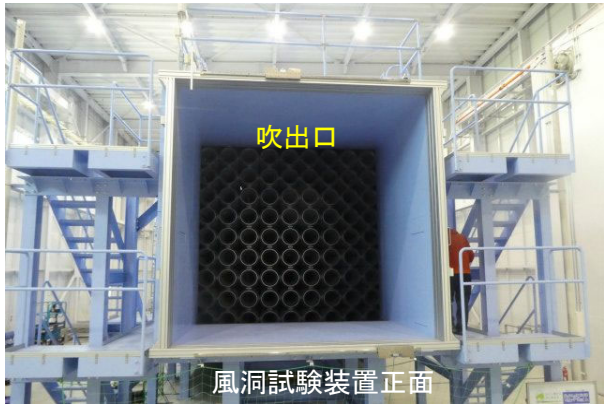
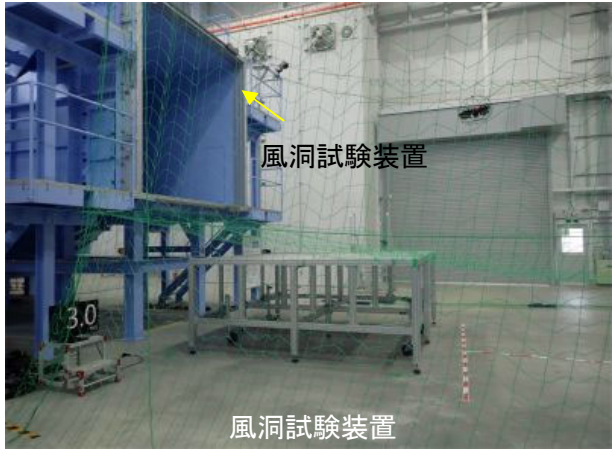


技術番号	BR010081			機種	DJI Avata2				
技術名	ドローン (AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)			開発者名	株式会社シーテック				
試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴	気温	7.4	℃	風速	-	m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド風洞棟								
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験			

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5m/s、正面)

開発者による計測機器の設置状況

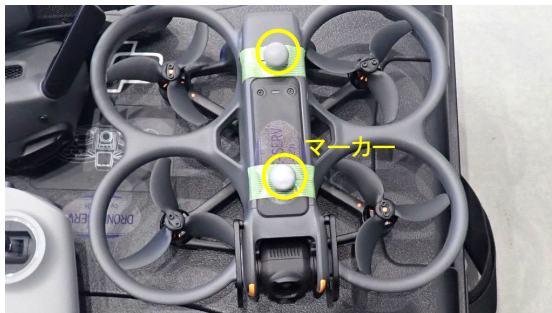


写真-1

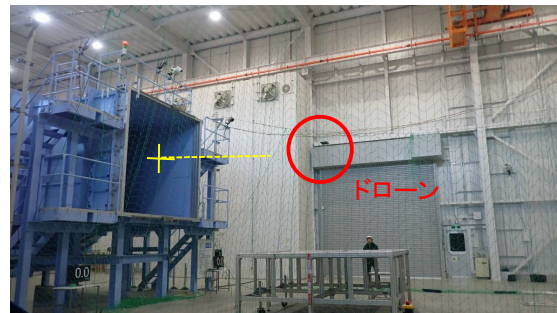


写真-2



写真-3

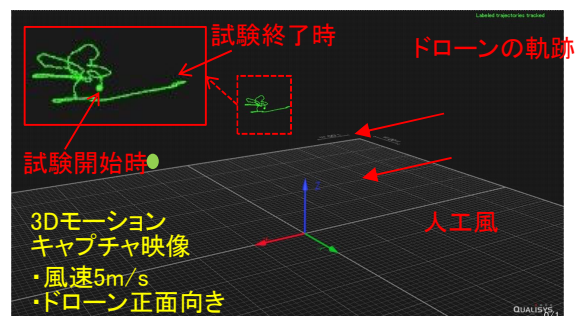


写真-4

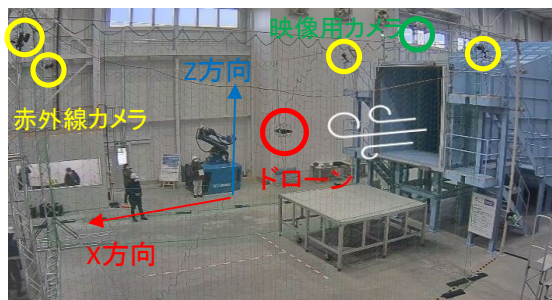
比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

写真-5

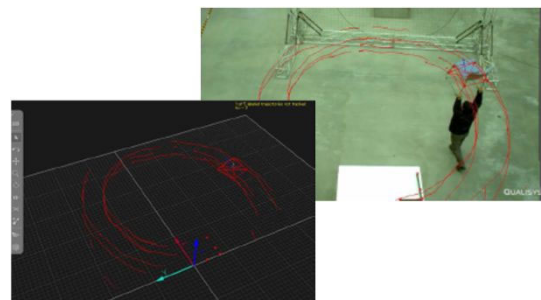


写真-6

※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)

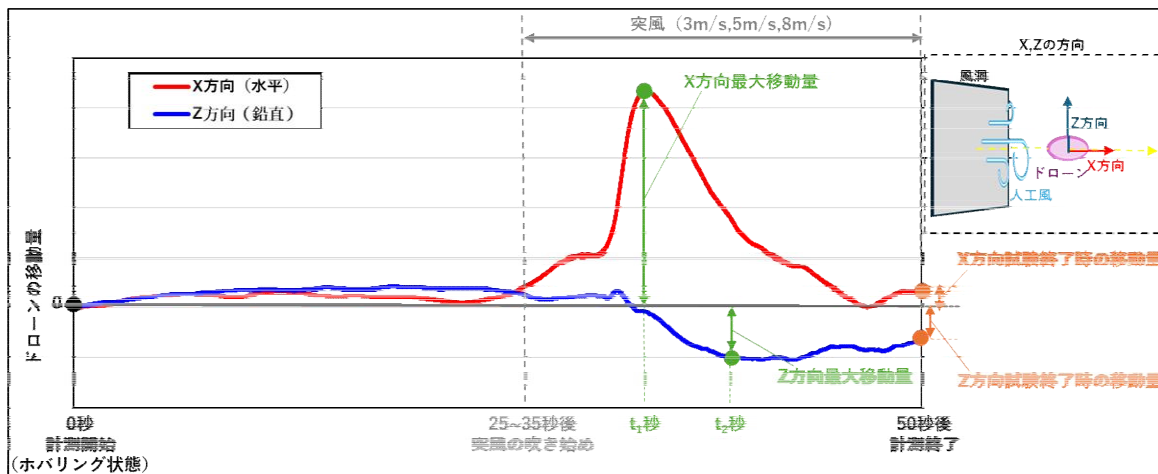


図-1

ドローンに当てた人工風の風速のイメージを示す(図-2)

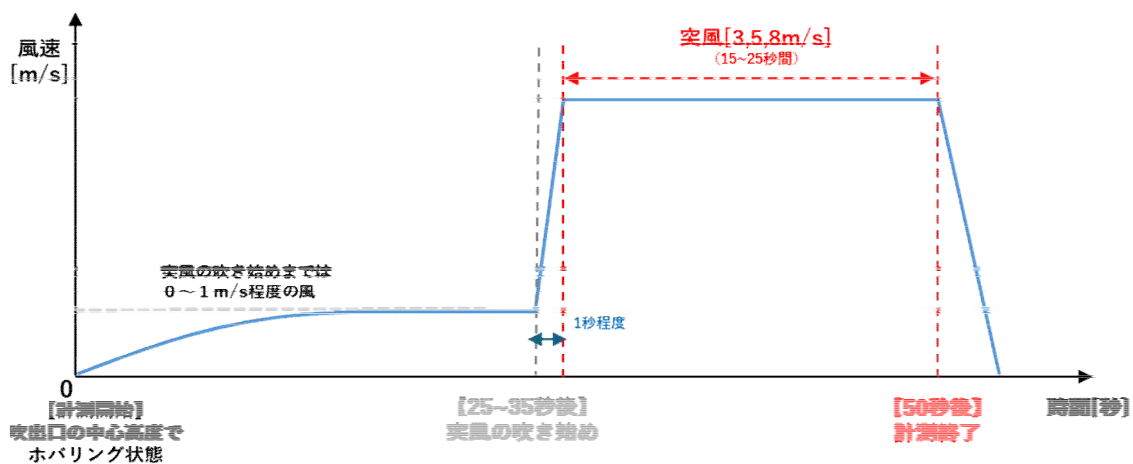


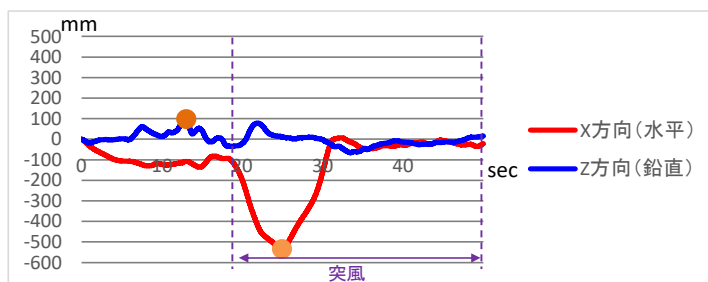
図-2

※安定性能

風速:3.0m/s

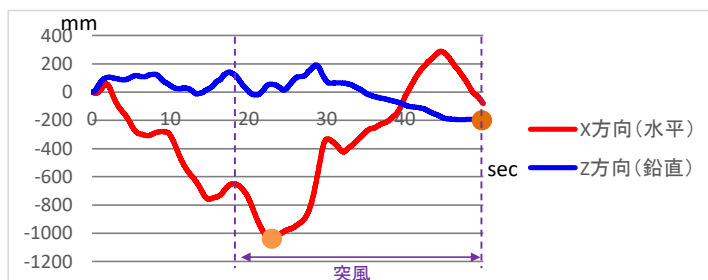
正面

水平方向 最大移動量	533 mm
試験終了時の移動量	21 mm
鉛直方向 最大移動量	99 mm
試験終了時の移動量	15 mm



側面

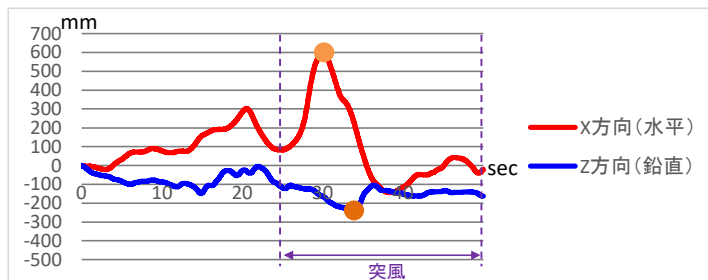
水平方向 最大移動量	1037 mm
試験終了時の移動量	82 mm
鉛直方向 最大移動量	199 mm
試験終了時の移動量	198 mm



風速:5.0m/s

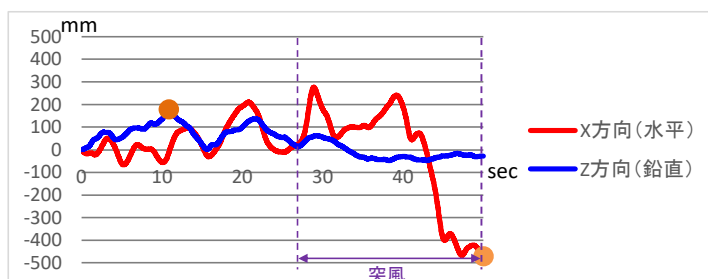
正面

水平方向 最大移動量	602 mm
試験終了時の移動量	21 mm
鉛直方向 最大移動量	238 mm
試験終了時の移動量	163 mm



側面

水平方向 最大移動量	471 mm
試験終了時の移動量	471 mm
鉛直方向 最大移動量	179 mm
試験終了時の移動量	28 mm



風速:8.0m/s

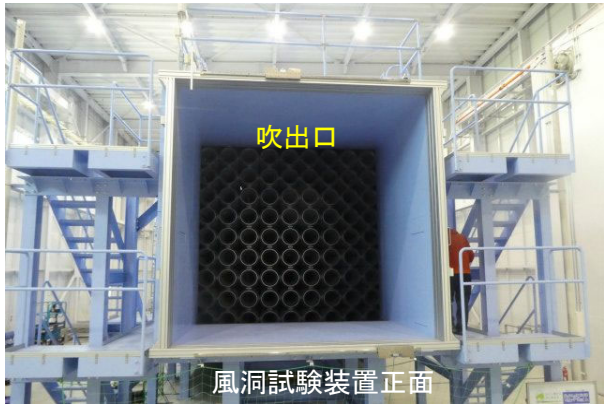
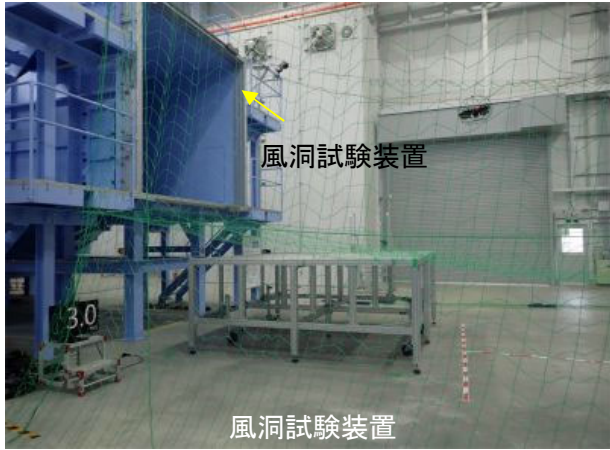
風速8m/sの条件での飛行はなし

技術番号	BR010081			機種	DJI NEO				
技術名	ドローン (AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)			開発者名	株式会社シーテック				
試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴	気温	7.4	℃	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。

試験方法(手順)

技術番号

BR010081

- 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5m/s、正面)

開発者による計測機器の設置状況

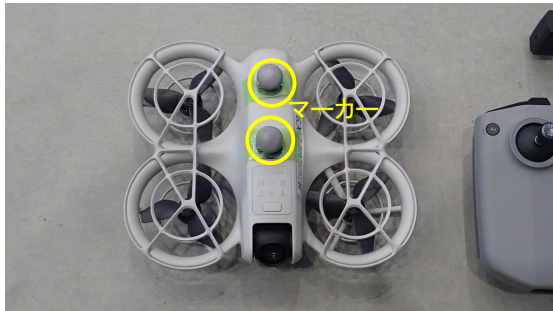


写真-1

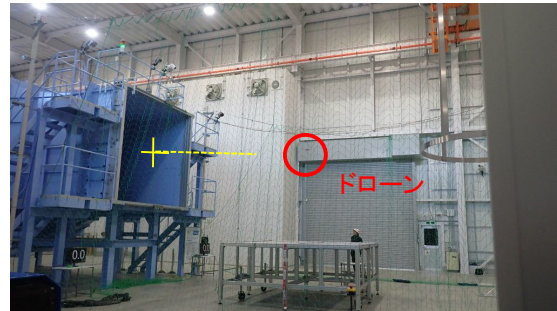


写真-2



写真-3

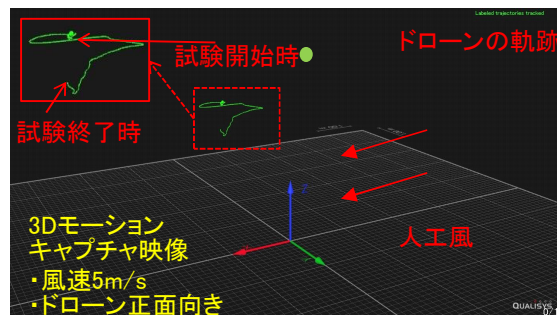


写真-4

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

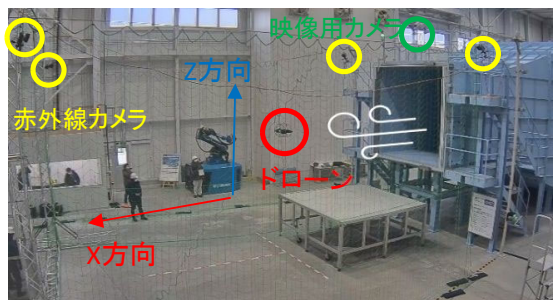


写真-5

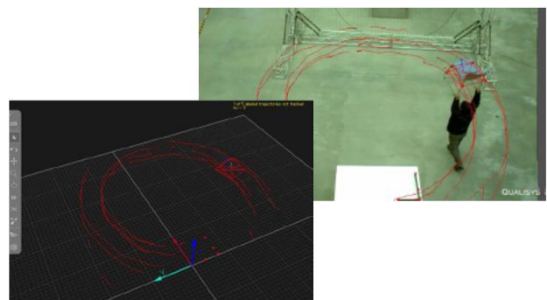


写真-6

※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)

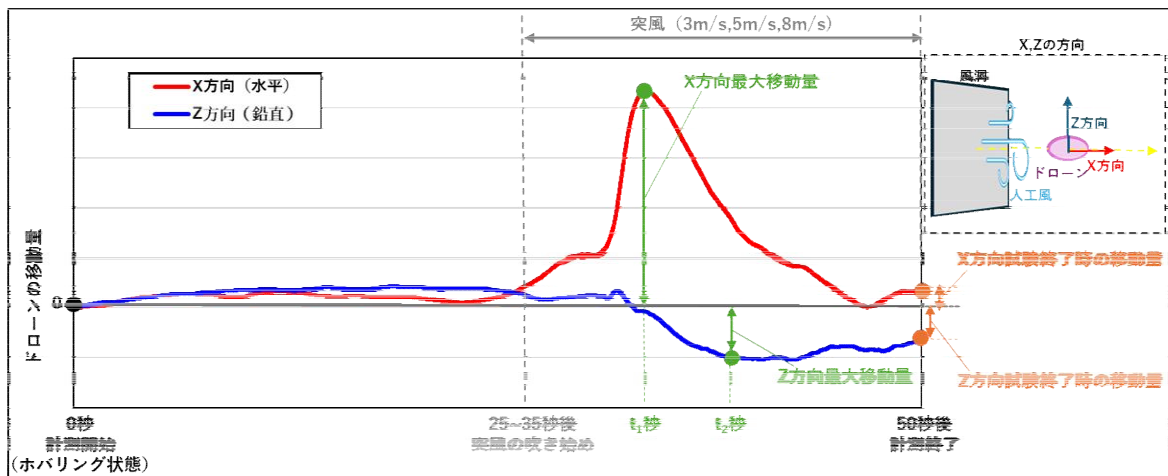


図-1

ドローンに当てた人工風の風速のイメージを示す(図-2)

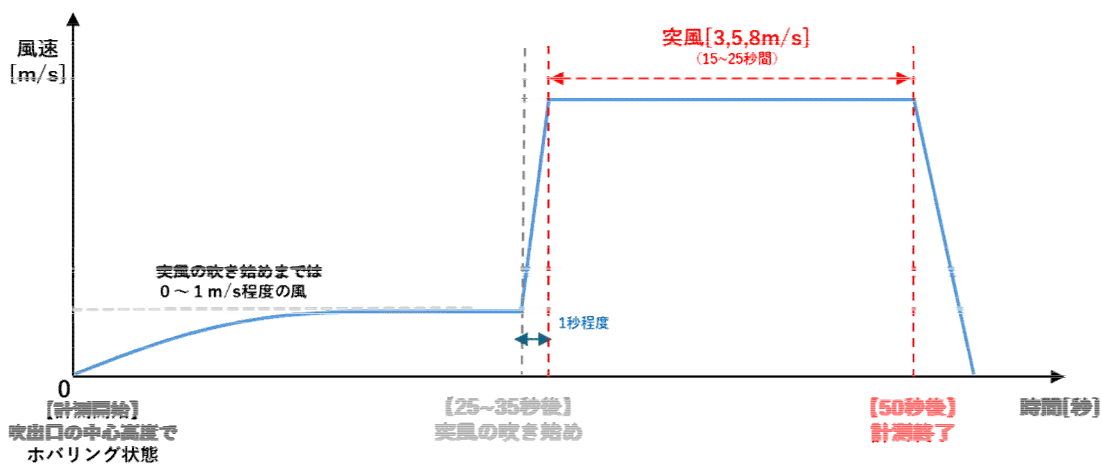


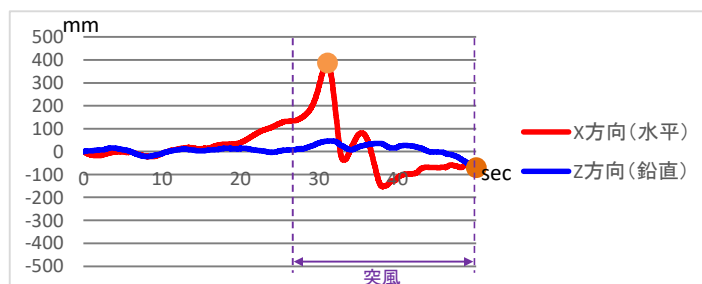
図-2

※安定性能

風速:3.0m/s

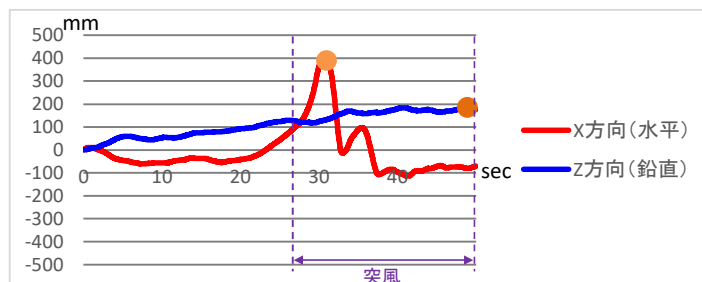
正面

水平方向 最大移動量	388 mm
試験終了時の移動量	48 mm
鉛直方向 最大移動量	69 mm
試験終了時の移動量	69 mm



側面

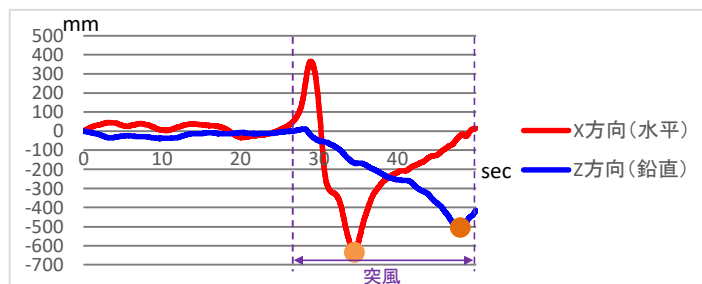
水平方向 最大移動量	391 mm
試験終了時の移動量	71 mm
鉛直方向 最大移動量	186 mm
試験終了時の移動量	177 mm



風速:5.0m/s

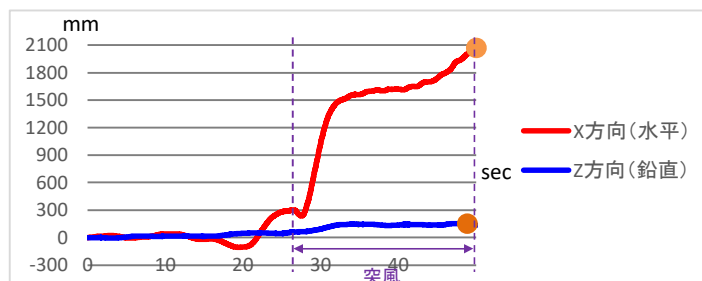
正面

水平方向 最大移動量	634 mm
試験終了時の移動量	13 mm
鉛直方向 最大移動量	503 mm
試験終了時の移動量	414 mm



側面

水平方向 最大移動量	2070 mm
試験終了時の移動量	2069 mm
鉛直方向 最大移動量	153 mm
試験終了時の移動量	138 mm



風速:8.0m/s

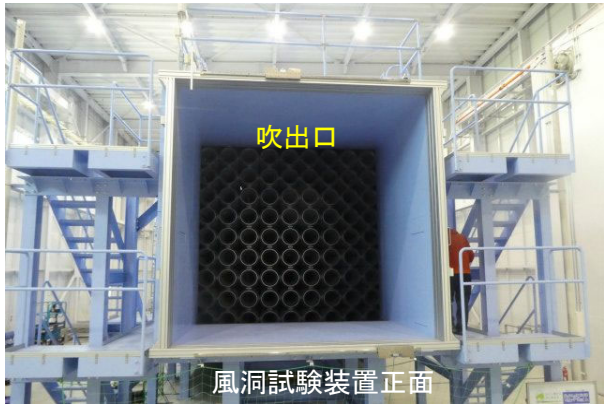
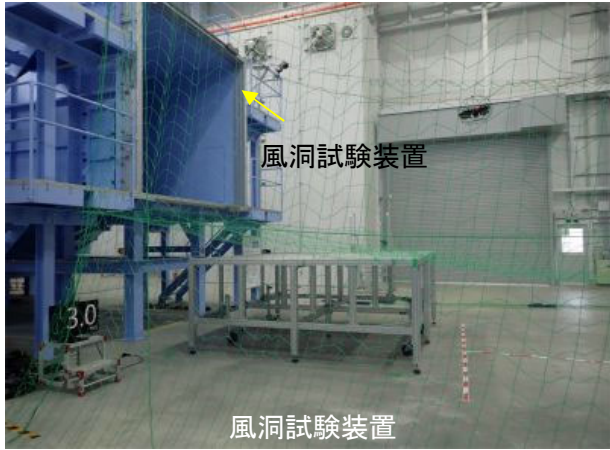
風速8m/sの条件で飛行はなし

技術番号		BR010081				機種:		Skydio2+	
技術名		ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)				開発者名		株式会社シーテック	
試験日		令和6年 12 月 18 日	天候	晴	気温	7.4	℃	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。

試験方法(手順)	技術番号	BR010081
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、正面)		

開発者による計測機器の設置状況



写真-1

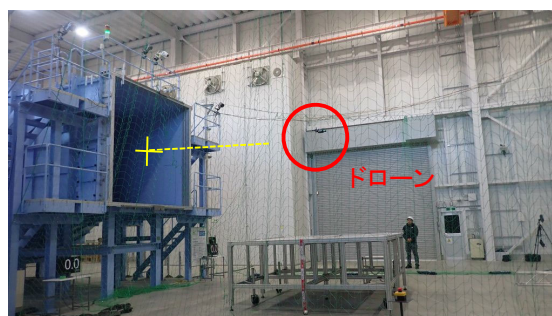


写真-2



写真-3

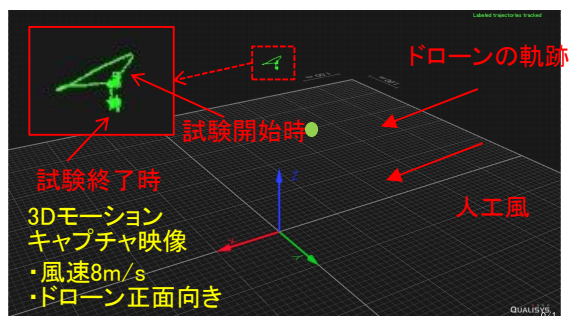


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

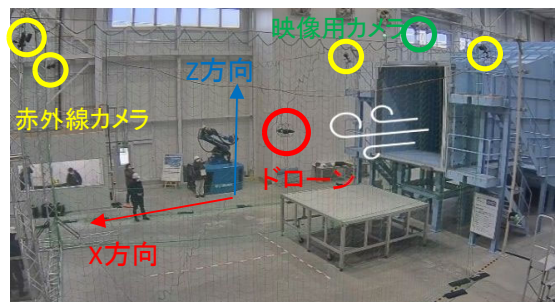


写真-5

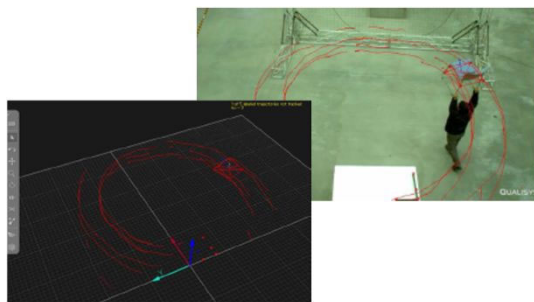


写真-6

※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)

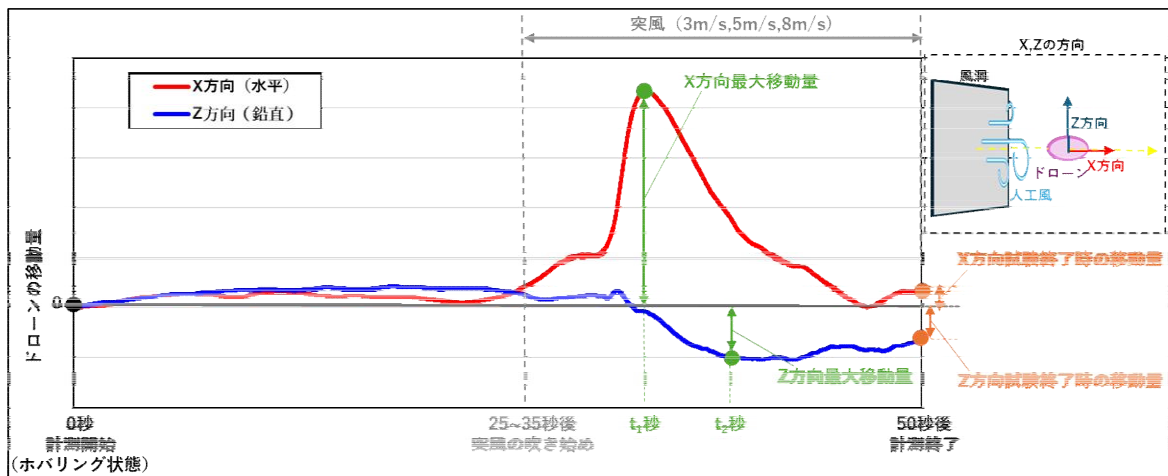


図-1

ドローンに当てた人工風の風速のイメージを示す(図-2)

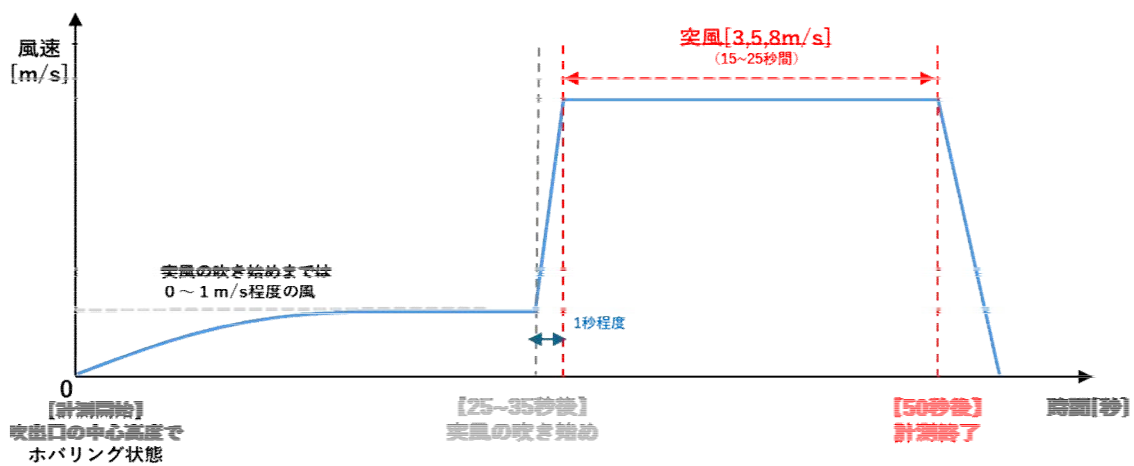


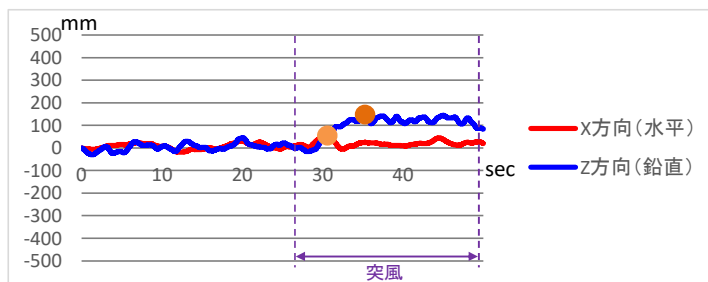
図-2

※安定性能

風速:3.0m/s

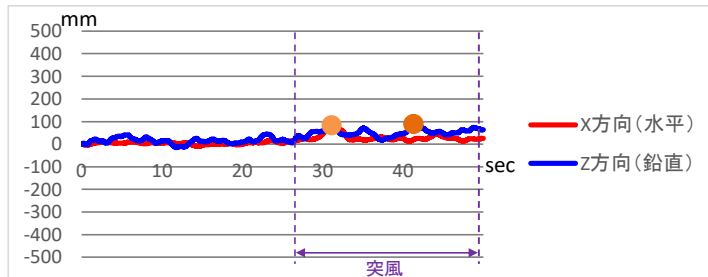
正面

水平方向 最大移動量	56 mm
試験終了時の移動量	20 mm
鉛直方向 最大移動量	148 mm
試験終了時の移動量	84 mm



側面

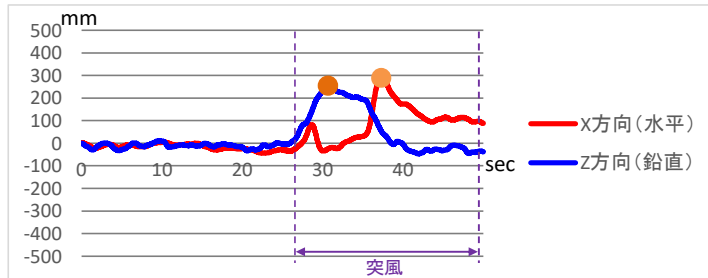
水平方向 最大移動量	83 mm
試験終了時の移動量	26 mm
鉛直方向 最大移動量	90 mm
試験終了時の移動量	64 mm



風速:5.0m/s

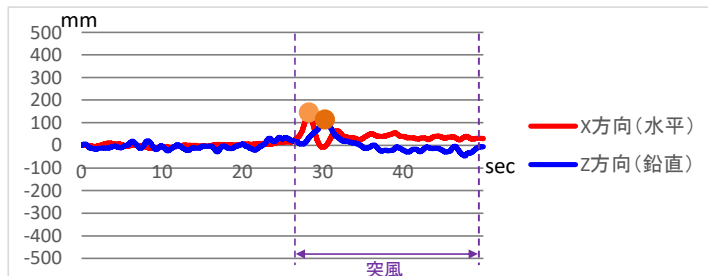
正面

水平方向 最大移動量	290 mm
試験終了時の移動量	88 mm
鉛直方向 最大移動量	256 mm
試験終了時の移動量	38 mm



側面

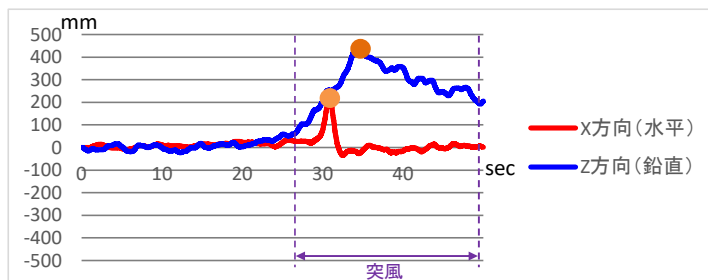
水平方向 最大移動量	145 mm
試験終了時の移動量	30 mm
鉛直方向 最大移動量	116 mm
試験終了時の移動量	6 mm



風速:8.0m/s

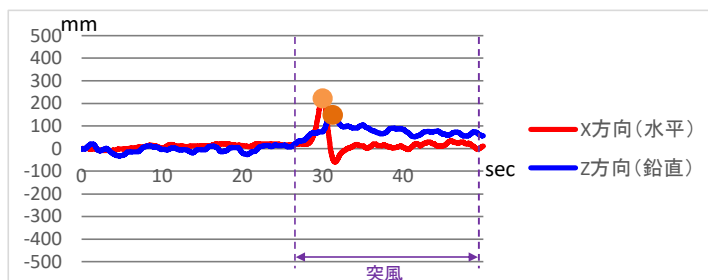
正面

水平方向 最大移動量	219 mm
試験終了時の移動量	1 mm
鉛直方向 最大移動量	438 mm
試験終了時の移動量	205 mm



側面

水平方向 最大移動量	223 mm
試験終了時の移動量	11 mm
鉛直方向 最大移動量	150 mm
試験終了時の移動量	57 mm



技術番号		BR010081				DJI Avata2		
技術名		ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)			開発者名		株式会社シーテック	
試験日		令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.5 ℃	風速	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)

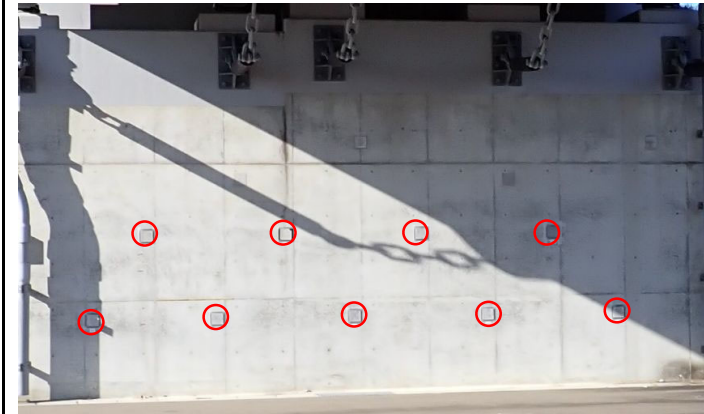


写真-1: A1橋台 (9パネル)

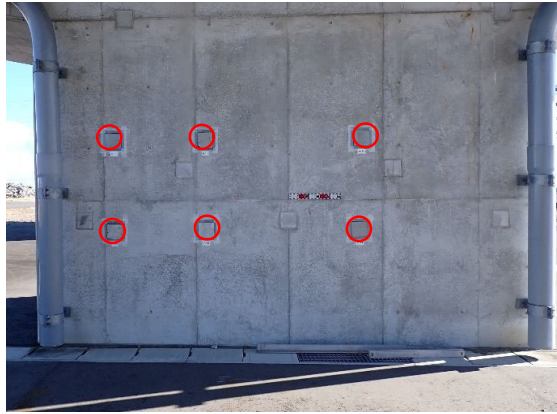


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

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

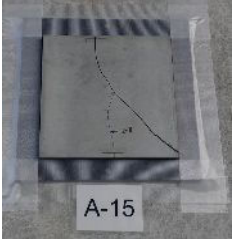
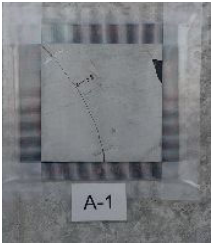


写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))

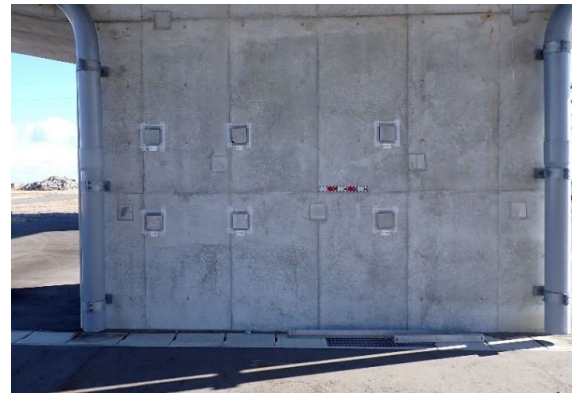
A-11 横	A-13 斜	A-15 縦
A-10 横	A-12 横	A-14 縦

試験方法(手順)	技術番号	BR010081
①	機器の搬入(DJI Avata2、コントローラ、モニター、ゴーグル(設定用))(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

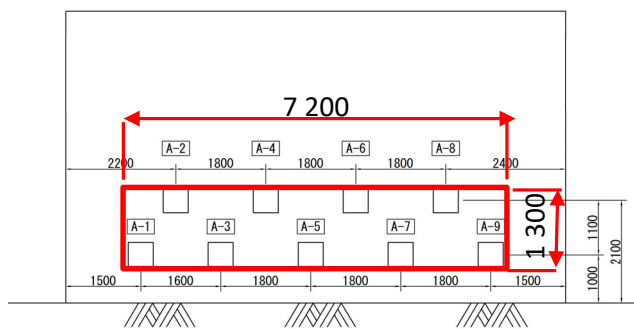


※撮影速度

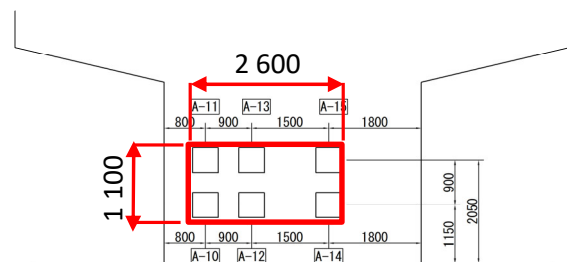


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



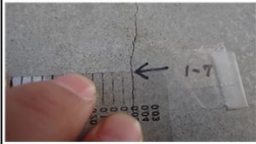
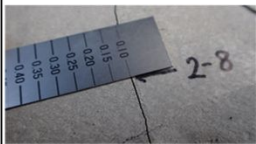
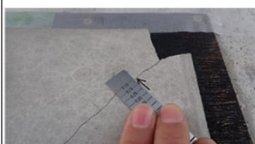
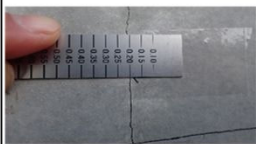
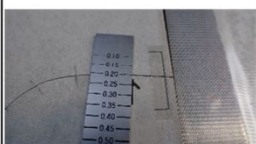
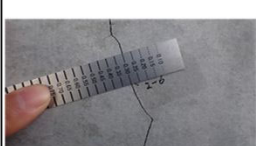
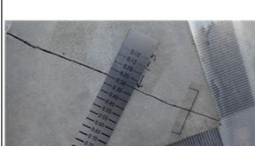
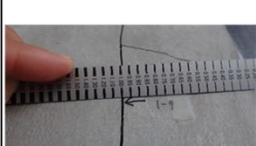
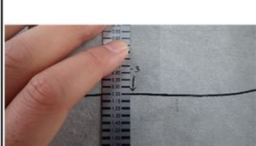
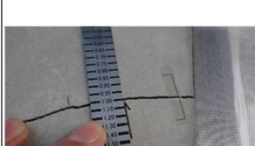
撮影面積($7.2 \times 1.3 + 2.6 \times 1.1 = 12.22\text{m}^2$)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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(3分2秒)、P1(2分51秒) = 5分52秒 = 352秒(352sec)

撮影速度 = $12.22 / 352 = 0.035\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: DJI カメラモデルFC8485

■被写体距離: 0.5~1.0m ■照度: 4.52~7.33 kLux ■風速: 0.0~6.4 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/320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: 4000 × 3000

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	0.16	0.10	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	0.26	0.10	0.28

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	0.23	0.28	0.32

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	0.32	0.35	0.23

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	0.64	0.72	0.63

最小ひびわれ幅: 0.1mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.13mm
0.1mm	0.14mm
0.2mm	0.09mm
0.3mm	0.05mm
1.0mm	0.34mm

※色識別性能

■カメラ名称: DJI カメラモデルFC8485

■被写体距離: 1.0m ■照度: 6.13~7.07 kLux ■風速: 0.0~4.4 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/1500秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 190

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 3000



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	1	41	2	43	6
A-2	80	9	80	10	78	14
A-3	122	24	118	27	116	36
A-4	161	50	157	60	154	72
A-5	202	115	198	127	195	141
A-6	249	172	242	180	238	191
B-1	25	0	55	3	135	43
B-2	57	6	146	43	64	12
B-3	186	63	26	6	51	12
B-4	245	145	205	105	0	0
B-5	192	73	75	13	145	54
B-6	0	0	127	35	159	67
C-1	238	115	158	48	25	3
C-2	157	52	188	76	54	2
C-3	83	16	58	4	106	28
C-4	195	79	79	19	95	27
C-5	58	1	88	15	159	61
C-6	222	94	118	30	32	4
D-1	112	22	76	10	60	10
D-2	197	89	145	54	125	50
D-3	87	7	120	27	155	54
D-4	82	12	106	20	60	7
D-5	126	29	125	31	174	80
D-6	98	8	187	97	166	91

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	14	41	12	43	14
A-2	80	14	80	17	78	21
A-3	122	32	118	39	116	47
A-4	161	62	157	68	154	81
A-5	202	139	198	150	195	170
A-6	249	189	242	198	238	210
B-1	25	12	55	12	135	53
B-2	57	3	146	60	64	10
B-3	186	90	26	7	51	15
B-4	245	166	205	121	0	0
B-5	192	95	75	17	145	75
B-6	0	2	127	42	159	83
C-1	238	141	158	64	25	0
C-2	157	66	188	92	54	1
C-3	83	23	58	2	106	41
C-4	195	105	79	25	95	40
C-5	58	0	88	20	159	86
C-6	222	124	118	34	32	0
D-1	112	34	76	15	60	9
D-2	197	112	145	64	125	63
D-3	87	9	120	39	155	79
D-4	82	14	106	28	60	8
D-5	126	44	125	49	174	106
D-6	98	7	187	113	166	106

※色識別性能

■カメラ名称: DJI カメラモデルFC8485

■被写体距離: 1.0m ■照度: 5.77~29.9 kLux ■風速: 0.0~7.2 m/s

■気温: 7.2 °C

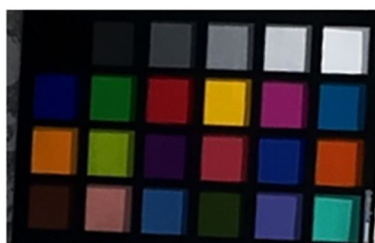
■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/1000秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 190

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 3000



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	25	41	29	43	37
A-2	80	52	80	56	78	62
A-3	122	74	118	84	116	97
A-4	161	120	157	130	154	142
A-5	202	160	198	166	195	172
A-6	249	185	242	188	238	197
B-1	25	15	55	28	135	132
B-2	57	11	146	115	64	45
B-3	186	168	26	22	51	33
B-4	245	185	205	152	0	11
B-5	192	157	75	44	145	134
B-6	0	1	127	97	159	147
C-1	238	173	158	105	25	42
C-2	157	104	188	149	54	28
C-3	83	67	58	35	106	102
C-4	195	179	79	36	95	67
C-5	58	23	88	73	159	145
C-6	222	171	118	86	32	46
D-1	112	82	76	50	60	51
D-2	197	158	145	111	125	106
D-3	87	43	120	83	155	144
D-4	82	45	106	79	60	40
D-5	126	79	125	86	174	171
D-6	98	33	187	158	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	4	41	5	43	6
A-2	80	19	80	21	78	24
A-3	122	53	118	59	116	61
A-4	161	117	157	120	154	130
A-5	202	194	198	202	195	210
A-6	249	225	242	228	238	232
B-1	25	5	55	8	135	63
B-2	57	10	146	81	64	20
B-3	186	122	26	17	51	22
B-4	245	214	205	167	0	5
B-5	192	135	75	30	145	98
B-6	0	5	127	65	159	116
C-1	238	168	158	80	25	7
C-2	157	99	188	123	54	7
C-3	83	35	58	11	106	52
C-4	195	140	79	38	95	51
C-5	58	10	88	33	159	104
C-6	222	168	118	51	32	13
D-1	112	37	76	18	60	15
D-2	197	140	145	86	125	81
D-3	87	24	120	61	155	106
D-4	82	24	106	40	60	16
D-5	126	56	125	60	174	124
D-6	98	26	187	159	166	141

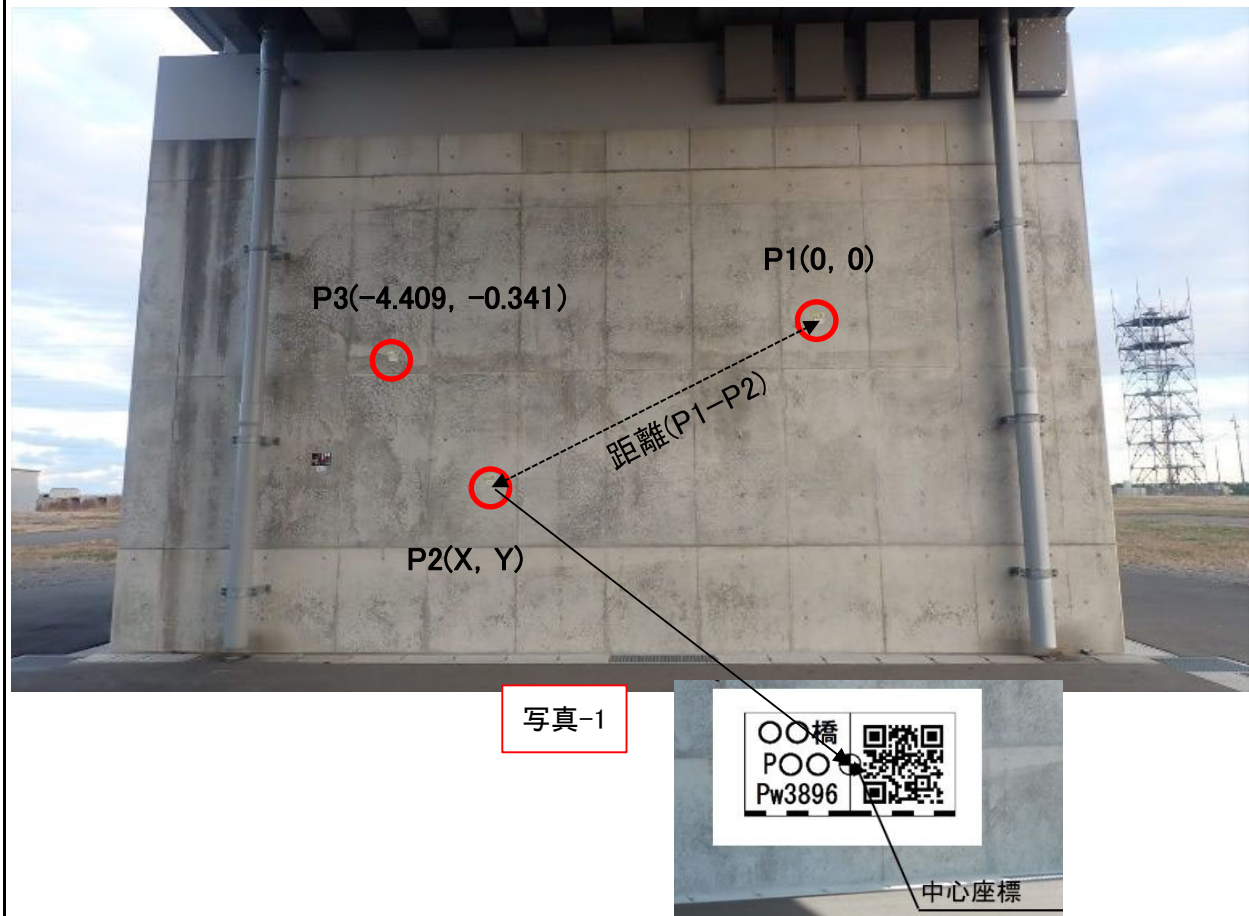
技術番号		BR010081				DJI Avata2		
技術名		ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)			開発者名		株式会社シーテック	
試験日		令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.5 °C	風速	4 m/s
試験場所		福島ロボットテストフィールド						
カタログ分類		画像計測技術	カタログ	検出項目		ひびわれ	試験区分	標準試験

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。



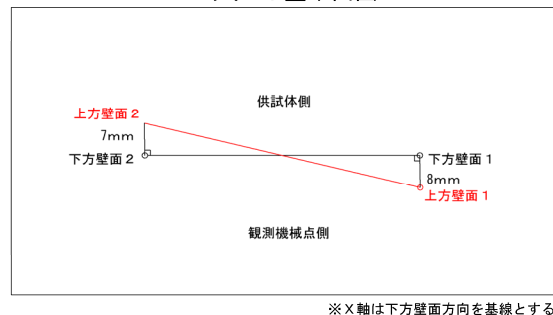
試験方法(手順)	技術番号	BR010081
①	機器の搬入(DJI Avata2、コントローラ、モニター、ゴーグル(設定用))(写真-2)	
②	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)	
③	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)	
④	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)	
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。	

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

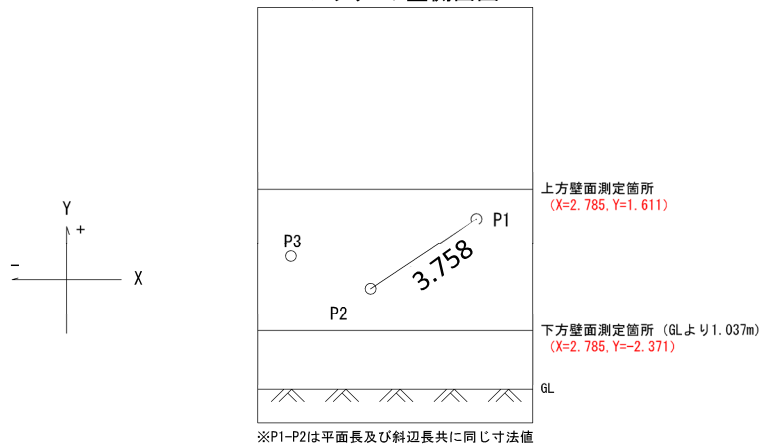
※長さ計測精度/位置精度

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 カメラモデルFC8485

■被写体距離: 1.0m ■照度: 5.77~29.9 kLux ■風速: 0.0~7.2 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/1000秒

■絞り: F2.8 ■ISO値: 190

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 3000



写真-6 オルソ画像

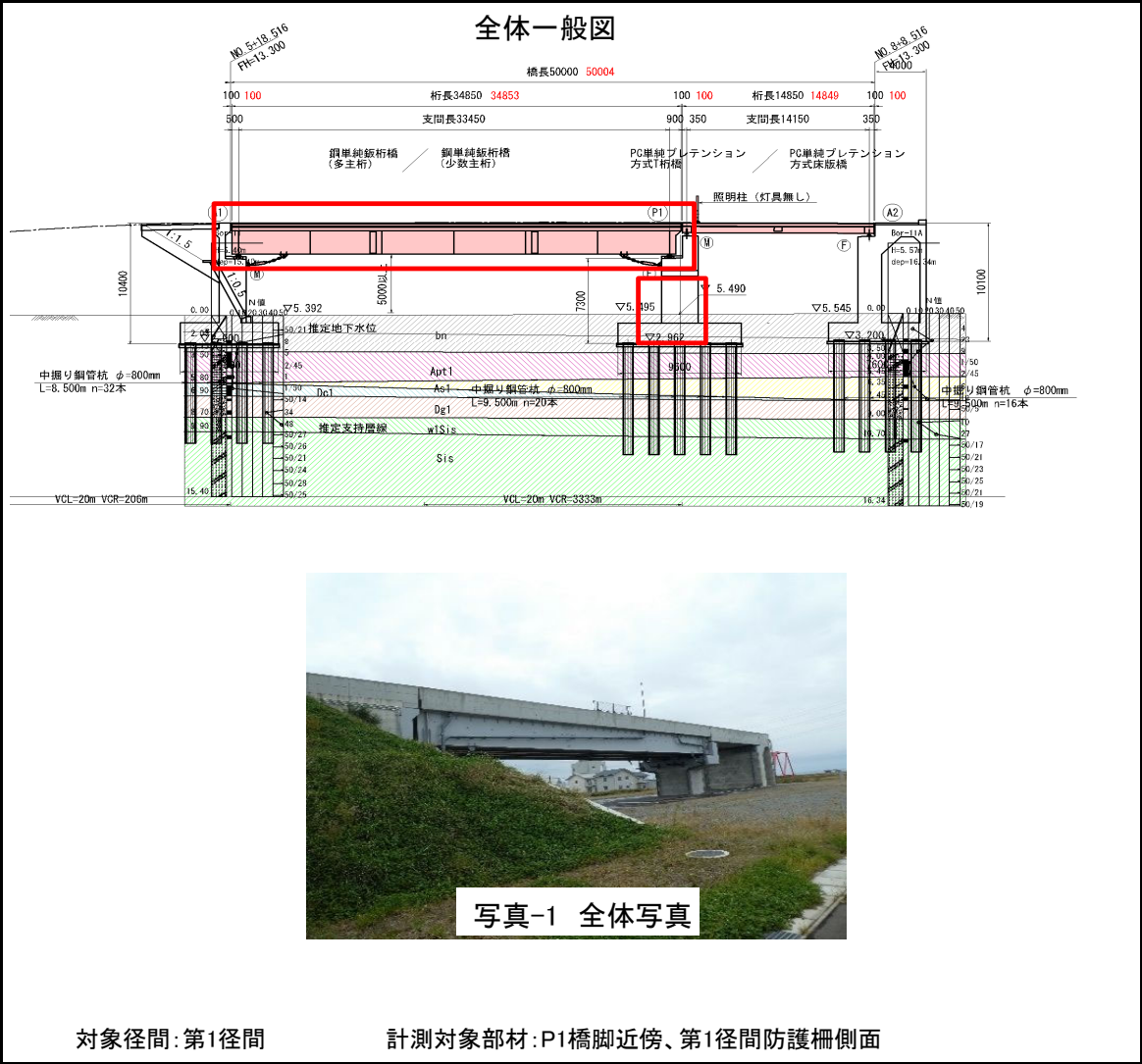
コンクリート壁マーカース座標値

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	-3.343	-0.033	-1.651	-1.450	-0.201	3.758	3.639	96.8%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号	BR010081			DJI Avata2		
技術名	ドローン (AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術 (ひびわれ)			開発者名	株式会社シーテック	
試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.5 °C	風速 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	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	BR010081
①	機器の搬入(DJI Avata2、コントローラ、モニター、ゴーグル(設定用))(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	少数主桁橋の桁間を飛行した。(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:0.5m

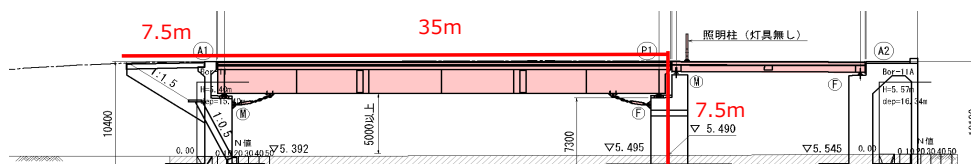
風速:4.0m/s

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

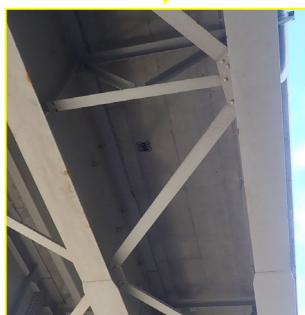
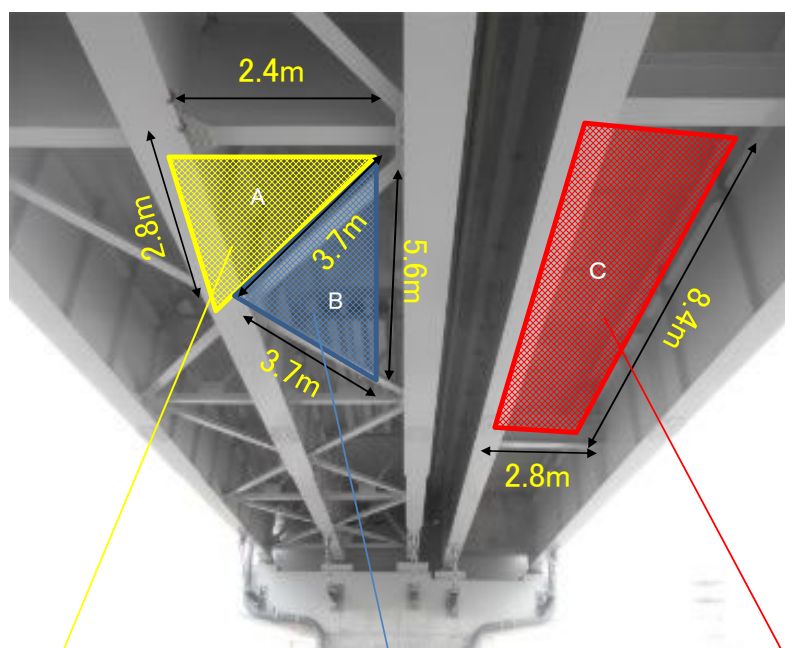
<桁間に進入>

風速: 4.8m/s

2.8m × 2.4m × 3.7m 進入可能 (平面寸法A)

3.7m × 3.7m × 5.6m 進入可能 (平面寸法B)

8.4m × 2.8m × 8.4m × 2.8m 進入可能 (平面寸法C)



2.8m × 2.4m × 3.7m 進入可能 (平面寸法A)

3.7m × 3.7m × 5.6m 進入可能 (平面寸法B)

8.4m × 2.8m × 8.4m × 2.8m 進入可能 (平面寸法C)

技術番号	BR010081
------	----------

DJI Avata2

技術名	ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術 (ひびわれ)	開発者名	株式会社シーテック
-----	--	------	-----------

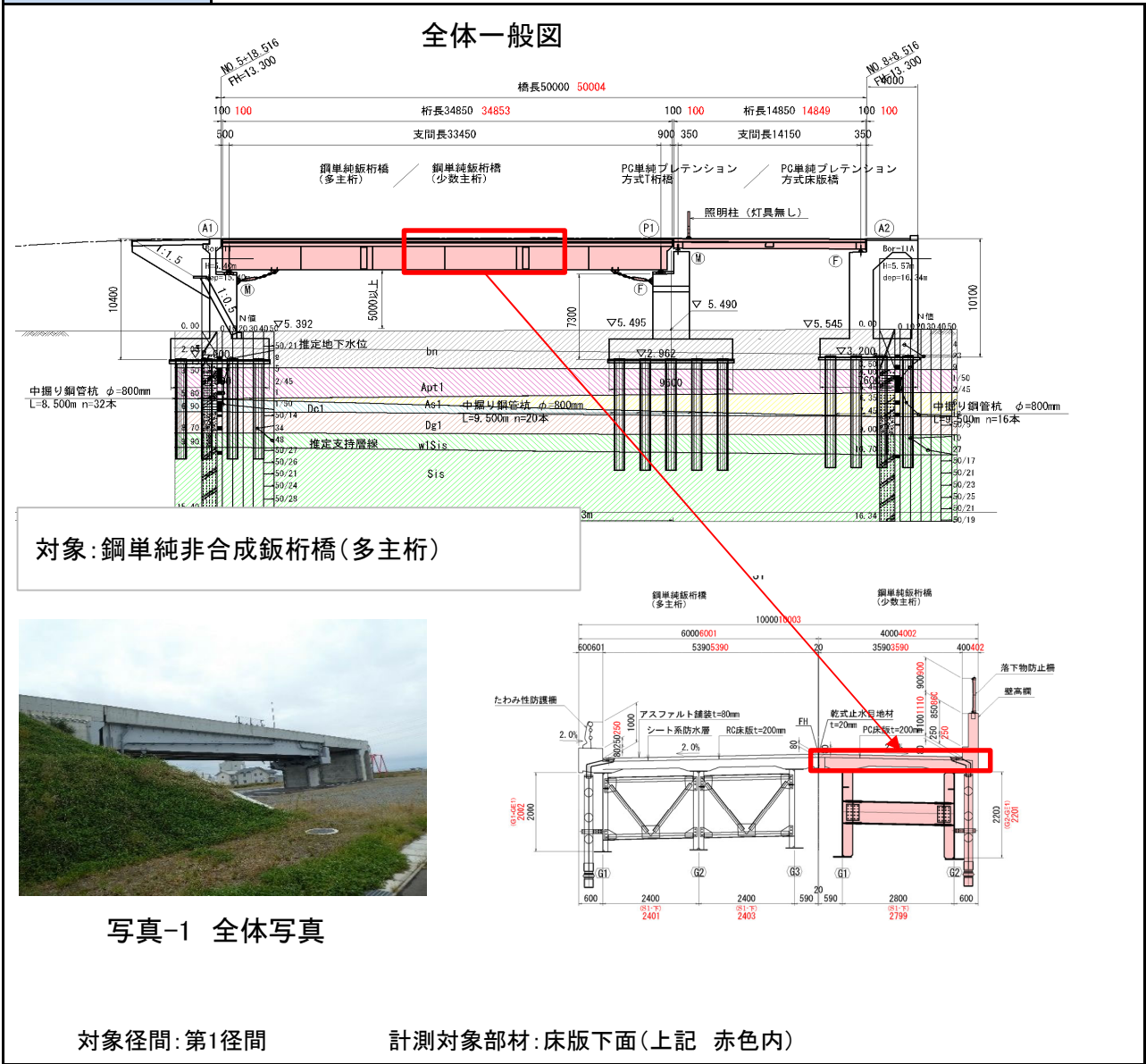
試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.5 °C	風速	4 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	-------

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

対象構造物の概要



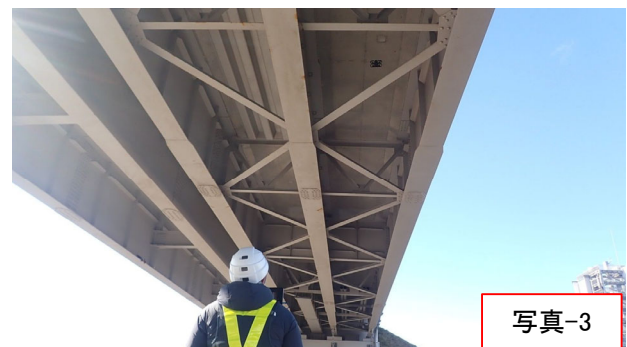
試験方法(手順)

技術番号

BR010081

- ① 機器の搬入(DJI Avata2、コントローラ、モニター、ゴーグル(設定用))(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



■カメラ名称:DJI カメラモデルFC8485

■被写体距離:0.6m ■照度:4.35~79.7 kLux ■風速: 0.0~8.0 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度:1/100秒

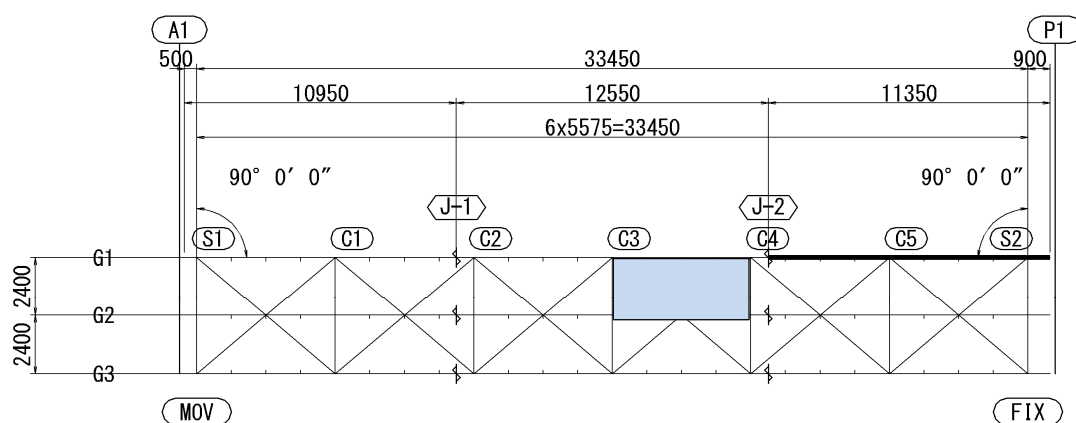
■絞り:F2.8 ■ISO値:190

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:4000×3000



写真-6

鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁)(写真-6)

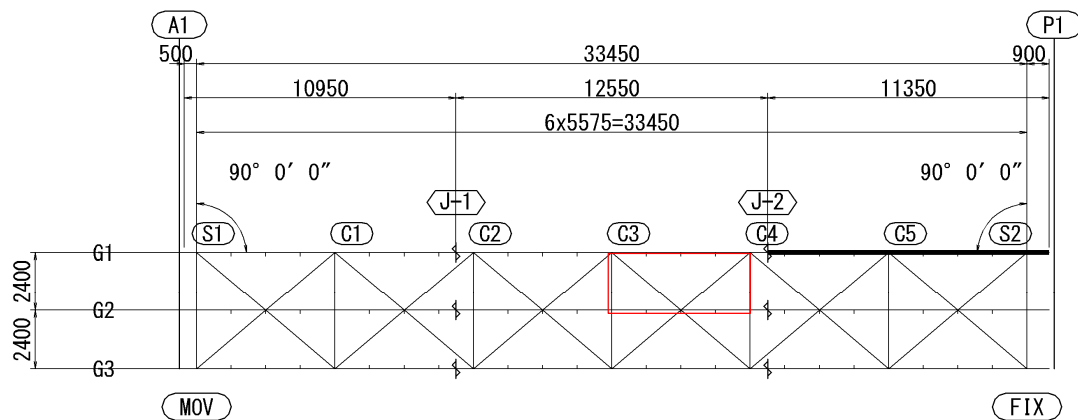


※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

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)



見上げ図



鋼橋(第1径間)

1箇所

ひび割れ幅 0.25mm

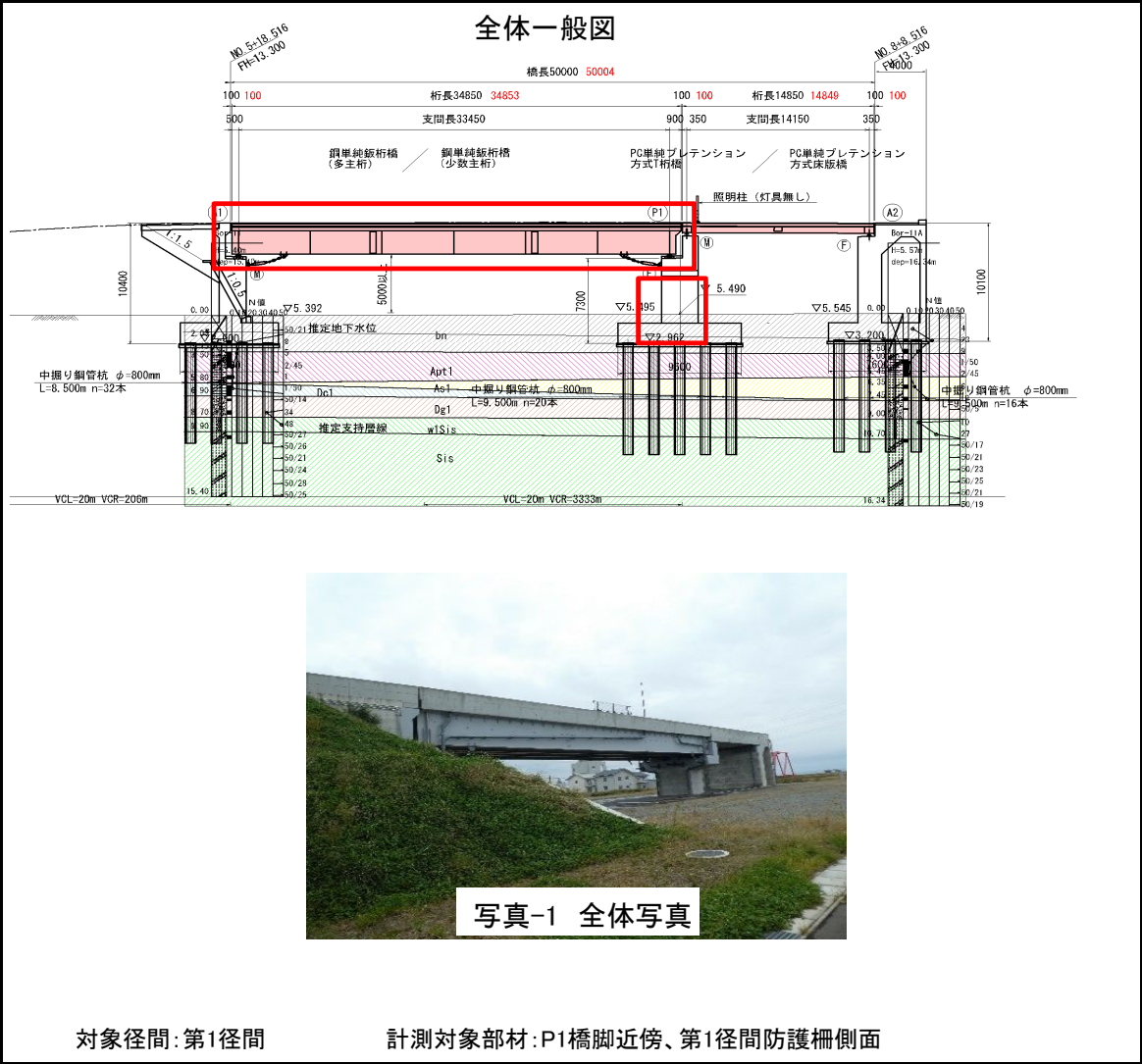
凡例

- ひび割れ(0.05mm以上0.1mm未満)
- ひび割れ(0.1mm以上0.2mm未満)
- ひび割れ(0.2mm以上0.3mm未満)
- ひび割れ(0.3mm以上1.0mm未満)
- ひび割れ(1.0mm以上)

技術番号	BR010081			DJI NEO		
技術名	ドローン (AVATA2、Neo、Skydio2+) による画像取得技術 (ひびわれ)			開発者名	株式会社シーテック	
試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	3.9 °C	風速 3.4 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	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	BR010081
① 機器の搬入(DJI NEO、コントローラ、モニター)(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 少数主桁橋の桁間を飛行した。(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:0.3m

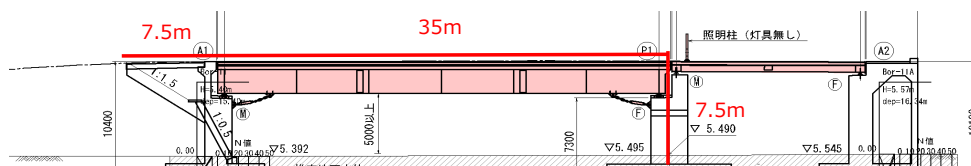
風速:3.4m/s

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

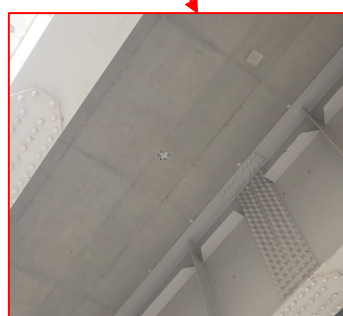
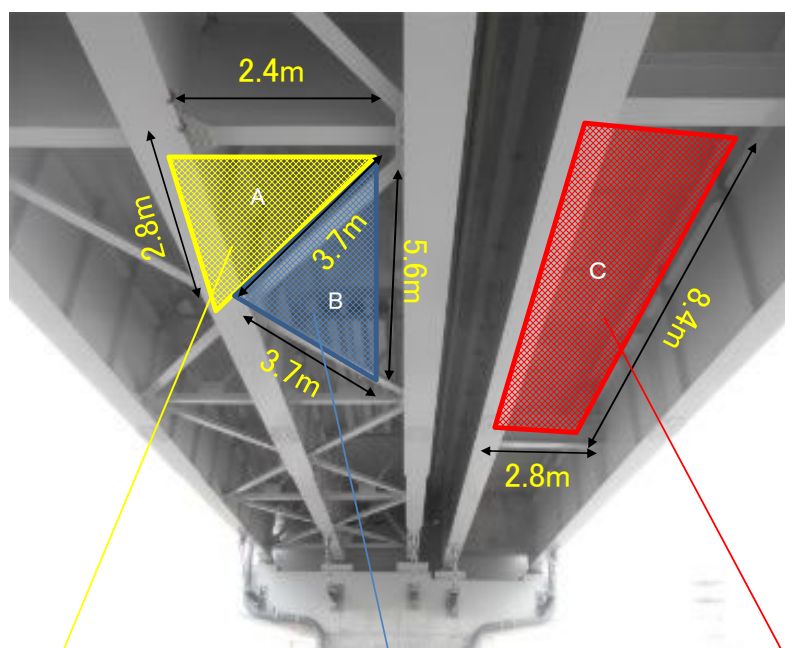
<桁間に進入>

風速: 4.8m/s

2.8m × 2.4m × 3.7m 進入可能 (平面寸法A)

3.7m × 3.7m × 5.6m 進入可能 (平面寸法B)

8.4m × 2.8m × 8.4m × 2.8m 進入可能 (平面寸法C)



2.8m × 2.4m × 3.7m 進入可能 (平面寸法A)

3.7m × 3.7m × 5.6m 進入可能 (平面寸法B)

8.4m × 2.8m × 8.4m × 2.8m 進入可能 (平面寸法C)

技術番号	BR010081
------	----------

DJI NEO

技術名	ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)	開発者名	株式会社シーテック
-----	--	------	-----------

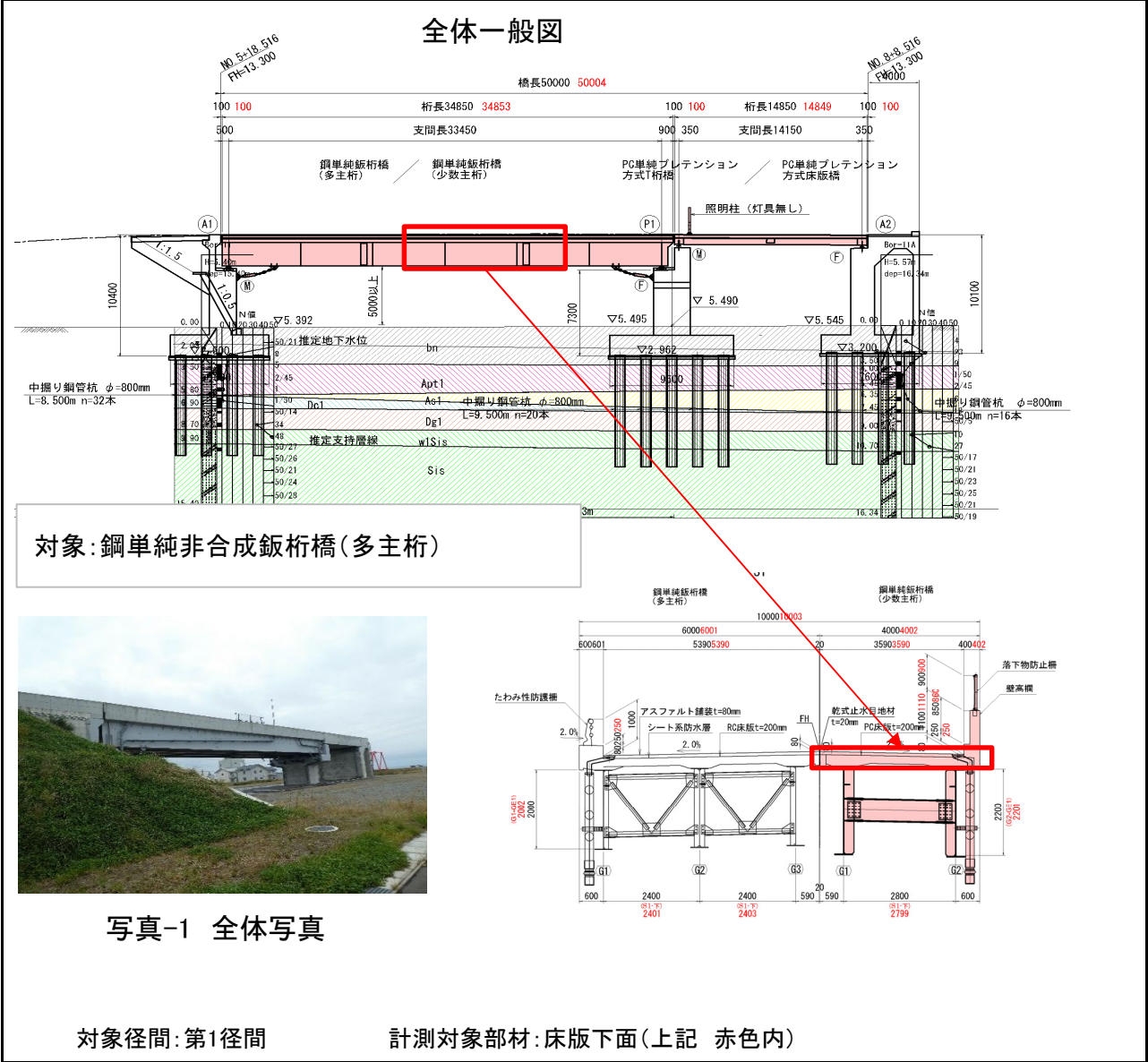
試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	3.9 °C	風速	3.4 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	---------

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

対象構造物の概要



試験方法(手順)

技術番号

BR010081

- ① 機器の搬入(DJI NEO、コントローラ、モニター)(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



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称: DJI カメラモデルFC8671

■被写体距離: 0.6m ■照度: 7.50~88.1 kLux ■風速: 0.0~7.2 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/100秒

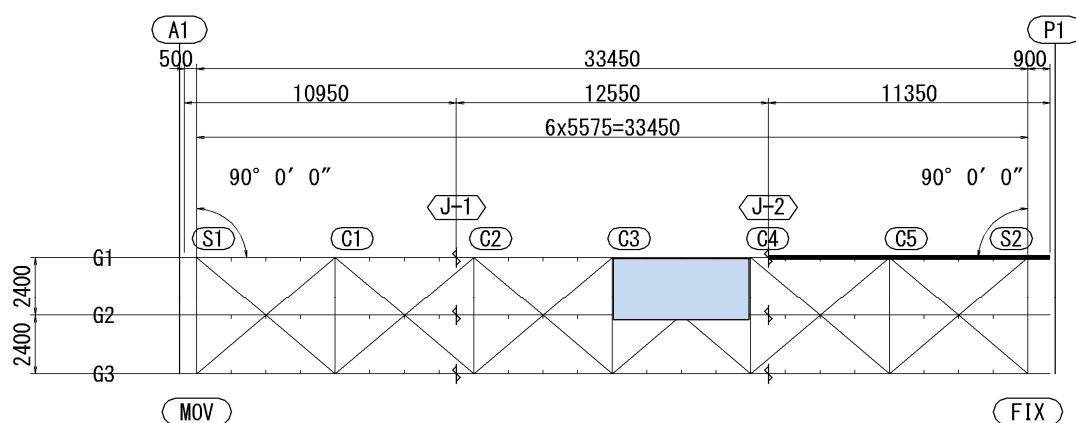
■絞り: F2.8 ■ISO値: 130

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4000 × 3000



写真-6

鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁)(写真-6)

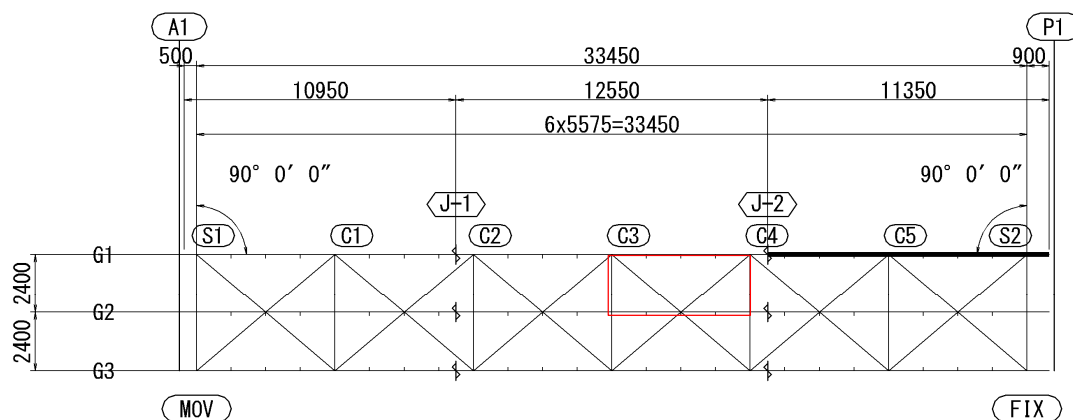


※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

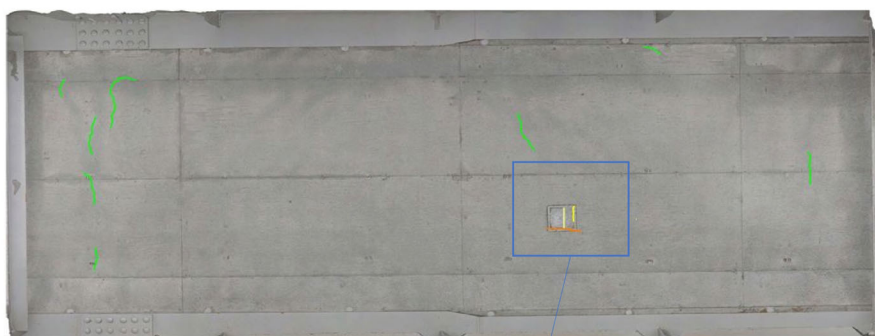
撮影範囲

※計測結果

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁): 床版(G1-G2間)



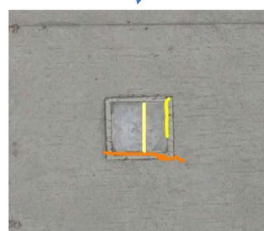
見上げ図



鋼橋(第1径間)

1箇所

ひび割れ幅 0.25mm



凡例

- ひび割れ (0.05mm以上0.1mm未満)
- ひび割れ (0.1mm以上0.2mm未満)
- ひび割れ (0.2mm以上0.3mm未満)
- ひび割れ (0.3mm以上1.0mm未満)
- ひび割れ (1.0mm以上)

技術番号	BR010081
------	----------

DJI NEO

技術名	ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)	開発者名	株式会社シーテック
-----	--	------	-----------

試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.9 °C	風速	6.2 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)

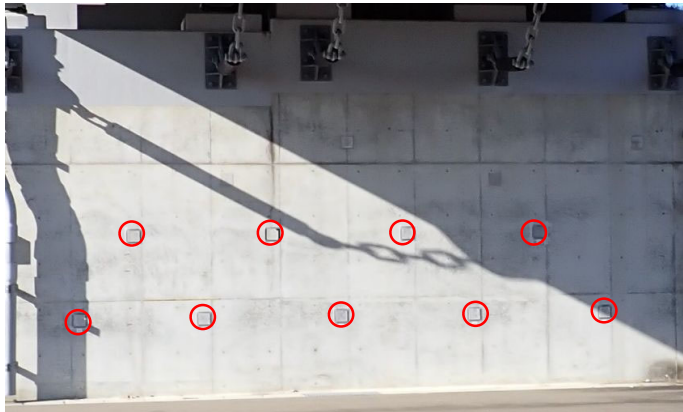


写真-1: A1橋台 (9パネル)

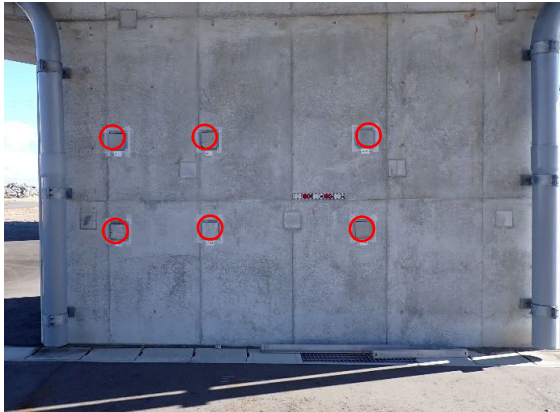


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

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

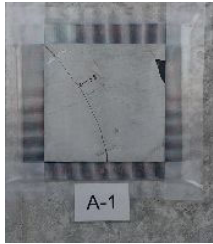


写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-15)

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

BR010081

- ① 機器の搬入(DJI NEO、コントローラ、モニター)(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(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



写真-4



写真-5

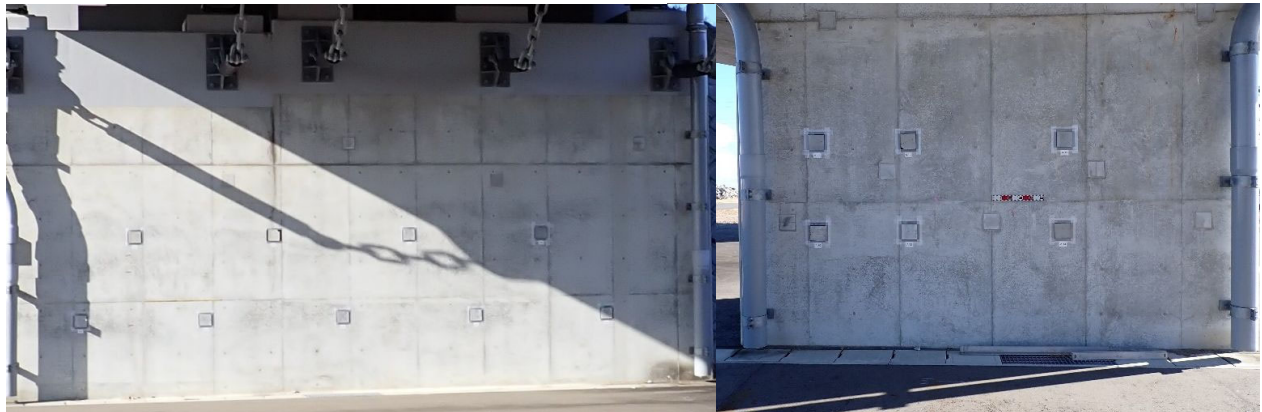


写真-6



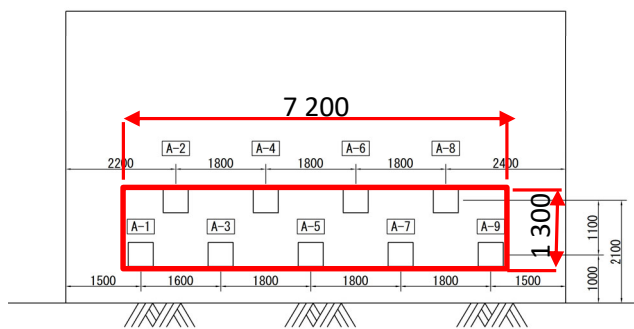
写真-7

※撮影速度

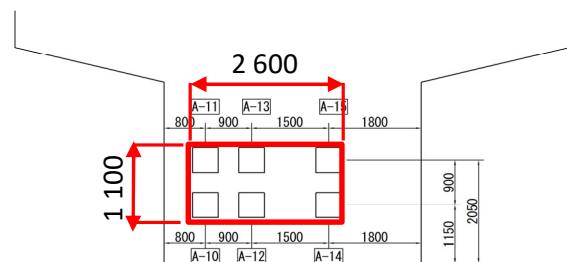


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



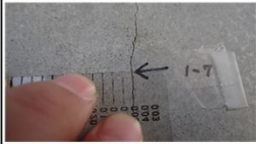
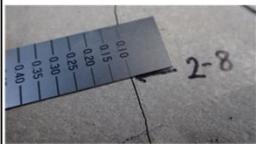
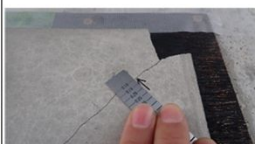
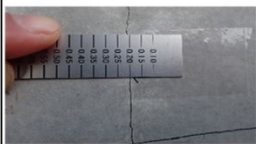
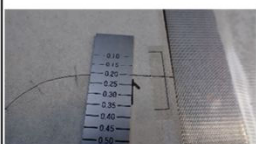
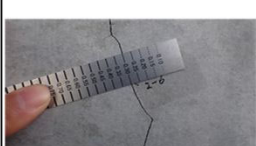
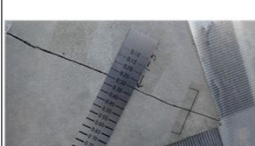
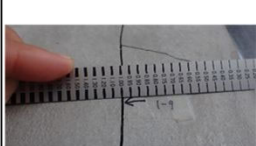
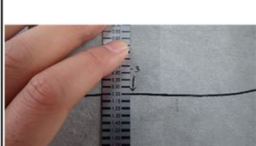
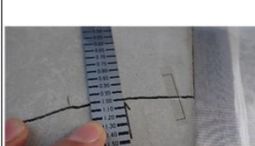
撮影面積($7.2 \times 1.3 + 2.6 \times 1.1 = 12.22\text{m}^2$)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※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(5分)、P1(4分30秒) = 9分30秒 = 570秒 (570sec)

撮影速度 = $12.22 / 570 = 0.021\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: DJI カメラモデルFC8671

■被写体距離: 0.5~1.0m ■照度: 4.01~24.8 kLux ■風速: 0.0~9.9 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/1000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: 4000 × 3000

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	0.18	0.10	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	0.28	0.15	0.27

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	0.23	0.28	0.32

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	0.34	0.35	0.23

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	0.64	0.74	0.64

最小ひびわれ幅: 0.1mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.13mm
0.1mm	0.15mm
0.2mm	0.09mm
0.3mm	0.05mm
1.0mm	0.33mm

※色識別性能

■カメラ名称: DJI カメラモデルFC8671

■被写体距離: 1.0~1.5m ■照度: 18.6~24.7 kLux ■風速: 0.0~3.2 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/800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: 4000 × 3000



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	30	43	36
A-2	80	50	80	54	78	57
A-3	122	72	118	79	116	89
A-4	161	111	157	116	154	124
A-5	202	154	198	158	195	169
A-6	249	165	242	171	238	184
B-1	25	6	55	28	135	134
B-2	57	4	146	110	64	38
B-3	186	163	26	13	51	24
B-4	245	172	205	127	0	7
B-5	192	139	75	25	145	115
B-6	0	0	127	74	159	115
C-1	238	170	158	98	25	33
C-2	157	99	188	130	54	17
C-3	83	52	58	20	106	87
C-4	195	152	79	31	95	50
C-5	58	13	88	44	159	138
C-6	222	166	118	65	32	24
D-1	112	78	76	43	60	39
D-2	197	150	145	97	125	93
D-3	87	60	120	69	155	126
D-4	82	30	106	58	60	19
D-5	126	67	125	71	174	142
D-6	98	44	187	124	166	125

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	9	41	18	43	25
A-2	80	36	80	46	78	51
A-3	122	68	118	75	116	85
A-4	161	99	157	110	154	124
A-5	202	136	198	147	195	161
A-6	249	160	242	172	238	186
B-1	25	10	55	24	135	129
B-2	57	0	146	101	64	33
B-3	186	150	26	7	51	22
B-4	245	163	205	128	0	12
B-5	192	131	75	29	145	115
B-6	0	1	127	73	159	113
C-1	238	162	158	92	25	33
C-2	157	92	188	133	54	19
C-3	83	41	58	15	106	86
C-4	195	145	79	25	95	50
C-5	58	11	88	42	159	135
C-6	222	135	118	62	32	25
D-1	112	67	76	37	60	35
D-2	197	130	145	91	125	89
D-3	87	27	120	65	155	119
D-4	82	31	106	59	60	21
D-5	126	61	125	69	174	140
D-6	98	37	187	124	166	125

※色識別性能

■カメラ名称: DJI カメラモデルFC8671

■被写体距離: 1.0m ■照度: 6.01~8.94 kLux ■風速: 0.0~3.4 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/400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: 4000 × 3000



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	25	41	29	43	37
A-2	80	52	80	56	78	62
A-3	122	74	118	84	116	97
A-4	161	120	157	130	154	142
A-5	202	160	198	166	195	172
A-6	249	185	242	188	238	197
B-1	25	15	55	28	135	132
B-2	57	11	146	115	64	45
B-3	186	168	26	22	51	33
B-4	245	185	205	152	0	11
B-5	192	157	75	44	145	134
B-6	0	1	127	97	159	147
C-1	238	173	158	105	25	42
C-2	157	104	188	149	54	28
C-3	83	67	58	35	106	102
C-4	195	179	79	36	95	67
C-5	58	23	88	73	159	145
C-6	222	171	118	86	32	46
D-1	112	82	76	50	60	51
D-2	197	158	145	111	125	106
D-3	87	43	120	83	155	144
D-4	82	45	106	79	60	40
D-5	126	79	125	86	174	171
D-6	98	33	187	158	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	13	41	22	43	30
A-2	80	42	80	44	78	57
A-3	122	70	118	76	116	91
A-4	161	112	157	119	154	134
A-5	202	154	198	160	195	172
A-6	249	170	242	176	238	189
B-1	25	3	55	23	135	123
B-2	57	0	146	107	64	39
B-3	186	158	26	12	51	24
B-4	245	177	205	144	0	5
B-5	192	150	75	34	145	129
B-6	0	0	127	88	159	141
C-1	238	165	158	97	25	34
C-2	157	95	188	134	54	18
C-3	83	59	58	26	106	93
C-4	195	167	79	30	95	59
C-5	58	20	88	44	159	144
C-6	222	167	118	77	32	39
D-1	112	76	76	44	60	41
D-2	197	150	145	107	125	100
D-3	87	33	120	74	155	135
D-4	82	40	106	68	60	35
D-5	126	73	125	82	174	159
D-6	98	33	187	155	166	148

技術番号	BR010081
------	----------

DJI NEO

技術名	ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)	開発者名	株式会社シーテック
-----	--	------	-----------

試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	3.9 °C	風速	3.4 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。

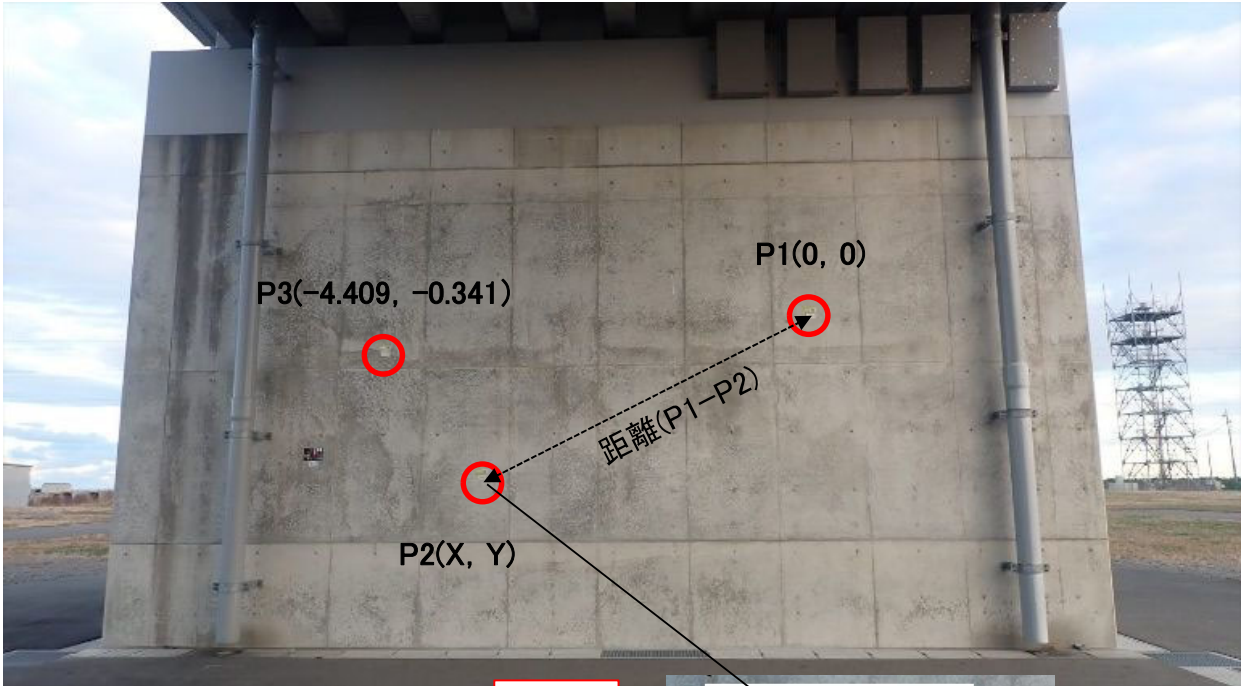


写真-1



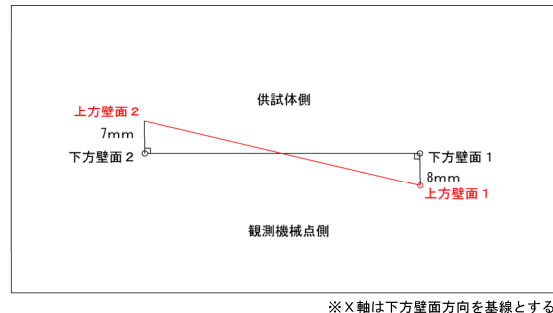
試験方法(手順)	技術番号	BR010081
①	機器の搬入(DJI NEO、コントローラ、モニター)(写真-2)	
②	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)	
③	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)	
④	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)	
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。	

開発者による計測機器の設置状況	
	
	

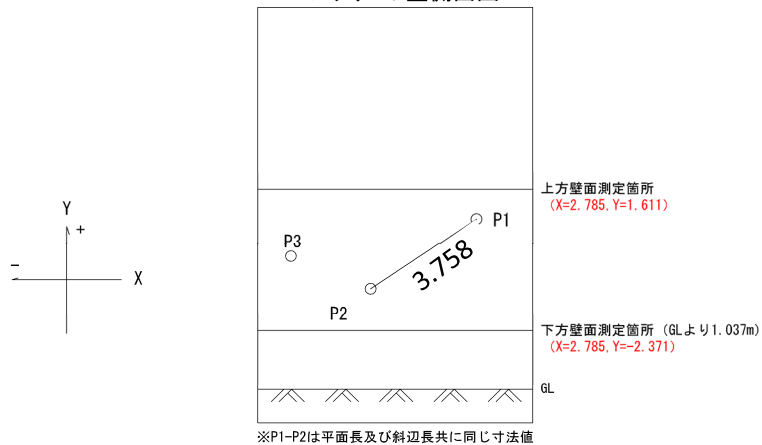
※長さ計測精度/位置精度

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: DJI カメラモデルFC8671

■被写体距離: 1.0m ■照度: 6.01~8.94 kLux ■風速: 0.0~3.4 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3mm ■シャッター速度: 1/400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: 4000 × 3000

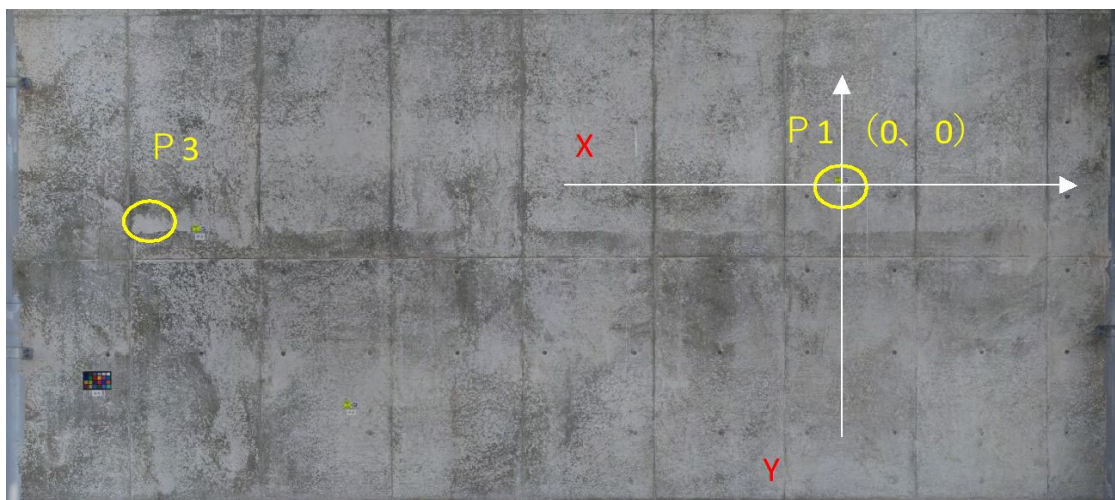


写真-6 オルソ画像

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	-3.387	0.011	-1.651	-1.683	0.032	3.758	3.782	100.6%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号	BR010081
------	----------

Skydio2+

技術名	ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)	開発者名	株式会社シーテック
-----	--	------	-----------

試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.9 ℃	風速	6.2 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)

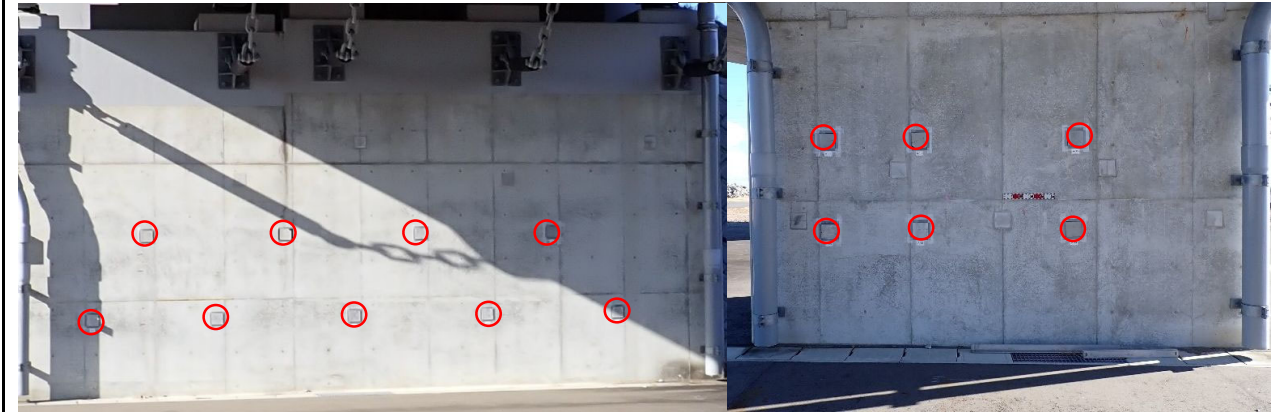


写真-1:A1橋台(9パネル)

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

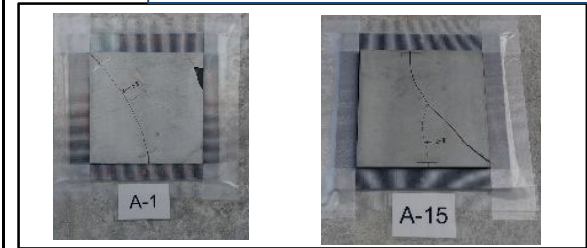


写真-3:パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1 橋脚(正面左からの配置(写真-2))

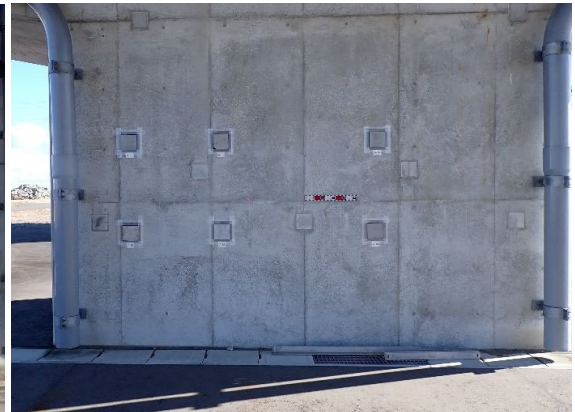
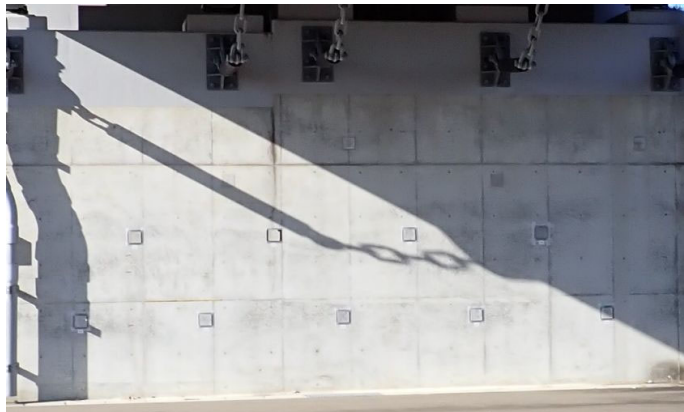
A-11 横	A-13 斜	A-15 縦
A-10 横	A-12 横	A-14 縦

試験方法(手順)	技術番号	BR010081
①	機器の搬入(Skydio2+、コントローラ、モニター)(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(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

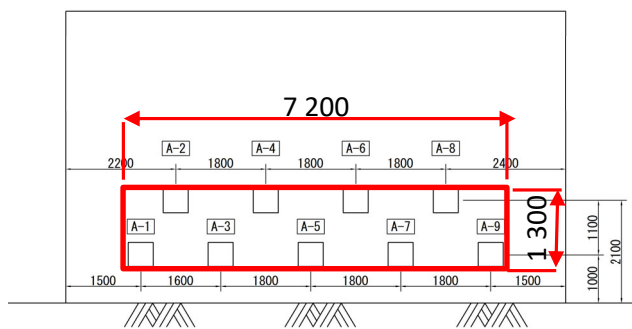


※撮影速度

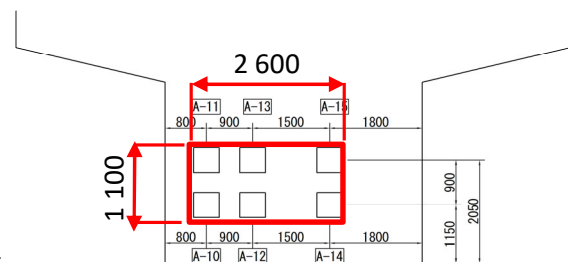


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



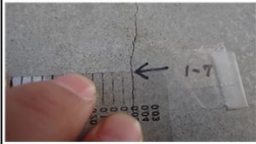
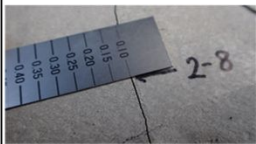
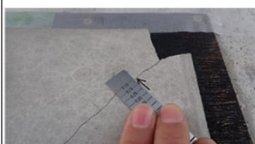
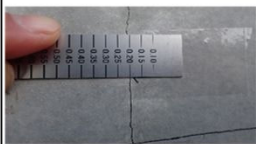
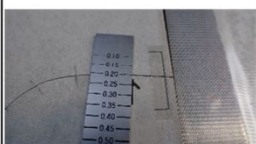
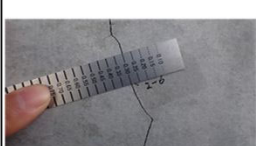
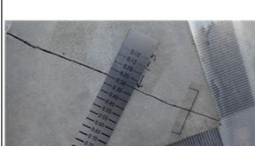
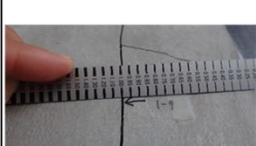
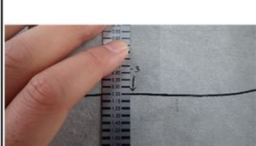
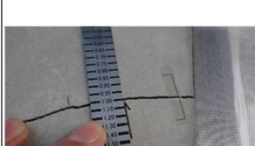
撮影面積($7.2 \times 1.3 + 2.6 \times 1.1 = 12.22\text{m}^2$)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※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

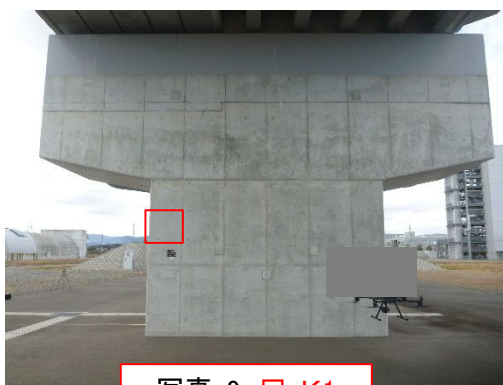


写真-9 □:K1

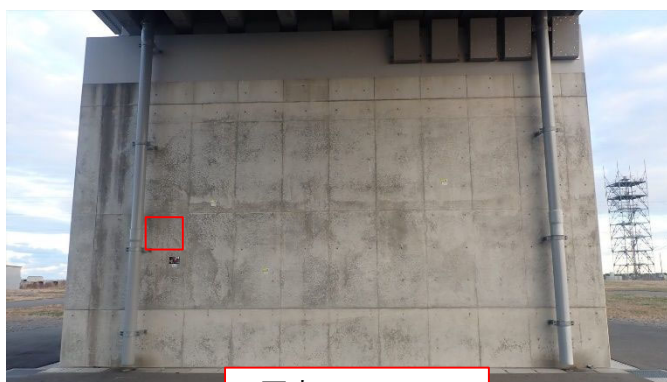


写真-10 □:K2

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28秒)、P1(1分40秒) = 4分8秒 = 248秒(248sec)

撮影速度 = $12.22 / 248 = 0.049\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Skydio2+

■被写体距離: 1.0m ■照度: 6.01~8.94 kLux ■風速: 0.0~3.4 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: 1/219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: 4056 × 3040

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	0.15	0.10	0.20

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	0.25	0.10	0.25

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	0.25	0.30

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	0.31	0.21

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	0.60	0.70	0.62

最小ひびわれ幅: 0.1mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.11mm
0.1mm	0.12mm
0.2mm	0.06mm
0.3mm	0.05mm
1.0mm	0.36mm

※色識別性能

■カメラ名称: Skydio2+

■被写体距離: 1.0m ■照度: 6.02~6.99 kLux ■風速: 0.0~7.2 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: 1/420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: 4056 × 3040



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	33	41	36	43	41
A-2	80	60	80	63	78	69
A-3	122	104	118	107	116	112
A-4	161	146	157	149	154	156
A-5	202	193	198	194	195	199
A-6	249	219	242	220	238	224
B-1	25	12	55	39	135	152
B-2	57	48	146	151	64	50
B-3	186	184	26	27	51	44
B-4	245	222	205	200	0	16
B-5	192	192	75	44	145	143
B-6	0	3	127	126	159	160
C-1	238	215	158	153	25	20
C-2	157	163	188	192	54	42
C-3	83	92	58	30	106	103
C-4	195	201	79	52	95	81
C-5	58	34	88	58	159	168
C-6	222	205	118	105	32	19
D-1	112	104	76	57	60	50
D-2	197	192	145	143	125	128
D-3	87	60	120	112	155	160
D-4	82	65	106	89	60	39
D-5	126	117	125	112	174	176
D-6	98	92	187	196	166	172

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	12	41	14	43	23
A-2	80	40	80	42	78	47
A-3	122	84	118	91	116	94
A-4	161	137	157	138	154	144
A-5	202	181	198	182	195	188
A-6	249	206	242	208	238	212
B-1	25	5	55	22	135	121
B-2	57	27	146	130	64	31
B-3	186	165	26	12	51	33
B-4	245	206	205	189	0	1
B-5	192	177	75	37	145	136
B-6	0	0	127	113	159	146
C-1	238	188	158	127	25	13
C-2	157	137	188	166	54	24
C-3	83	78	58	15	106	90
C-4	195	176	79	48	95	67
C-5	58	22	88	48	159	152
C-6	222	191	118	97	32	7
D-1	112	73	76	43	60	39
D-2	197	163	145	118	125	106
D-3	87	46	120	87	155	136
D-4	82	53	106	80	60	31
D-5	126	101	125	100	174	163
D-6	98	73	187	178	166	157

※色識別性能

■カメラ名称: Skydio2+

■被写体距離: 0.5~1.0m ■照度: 4.52~7.24 kLux ■風速: 0.0~7.2 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: 1/204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: 4056 × 3040



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	27	41	32	43	37
A-2	80	57	80	60	78	67
A-3	122	112	118	115	116	120
A-4	161	158	157	162	154	169
A-5	202	202	198	203	195	208
A-6	249	229	242	233	238	244
B-1	25	4	55	31	135	144
B-2	57	44	146	162	64	52
B-3	186	199	26	25	51	49
B-4	245	233	205	209	0	13
B-5	192	208	75	50	145	161
B-6	0	0	127	137	159	180
C-1	238	230	158	169	25	26
C-2	157	173	188	204	54	44
C-3	83	99	58	30	106	117
C-4	195	213	79	56	95	101
C-5	58	36	88	64	159	180
C-6	222	219	118	122	32	25
D-1	112	107	76	59	60	51
D-2	197	204	145	155	125	138
D-3	87	63	120	122	155	179
D-4	82	69	106	102	60	44
D-5	126	123	125	119	174	198
D-6	98	100	187	211	166	195

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	28	41	29	43	35
A-2	80	65	80	64	78	69
A-3	122	116	118	119	116	122
A-4	161	166	157	163	154	173
A-5	202	206	198	207	195	212
A-6	249	228	242	232	238	246
B-1	25	6	55	27	135	135
B-2	57	44	146	155	64	49
B-3	186	207	26	22	51	45
B-4	245	240	205	209	0	13
B-5	192	212	75	54	145	164
B-6	0	7	127	139	159	178
C-1	238	215	158	151	25	22
C-2	157	167	188	204	54	35
C-3	83	104	58	33	106	117
C-4	195	210	79	60	95	100
C-5	58	36	88	66	159	183
C-6	222	218	118	118	32	20
D-1	112	104	76	54	60	45
D-2	197	193	145	141	125	124
D-3	87	67	120	122	155	177
D-4	82	70	106	101	60	41
D-5	126	121	125	117	174	187
D-6	98	97	187	210	166	190

技術番号	BR010081
------	----------

Skydio2+

技術名	ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)	開発者名	株式会社シーテック
-----	--	------	-----------

試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.9 °C	風速	6.2 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。

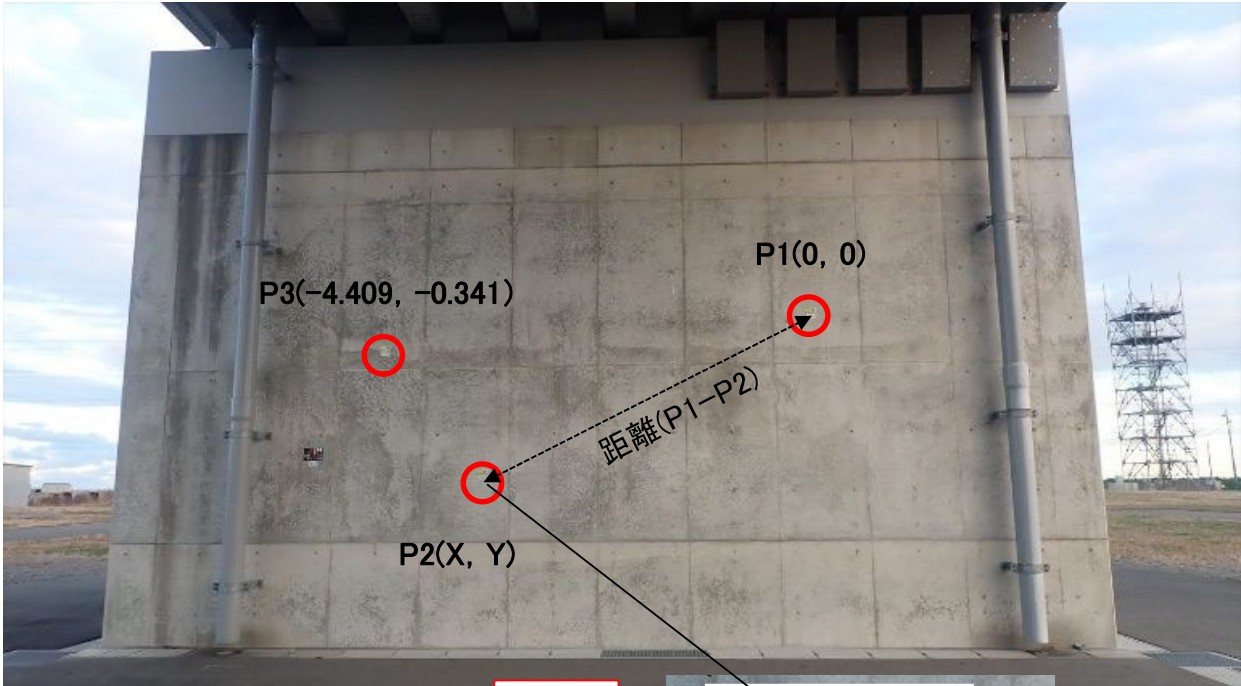


写真-1



- ① 機器の搬入(Skydio2+、コントローラ、モニター)(写真-2)
- ② 撮影状況:A2橋台のマーカー(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:A2橋台のマーカー(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:A2橋台のマーカー(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

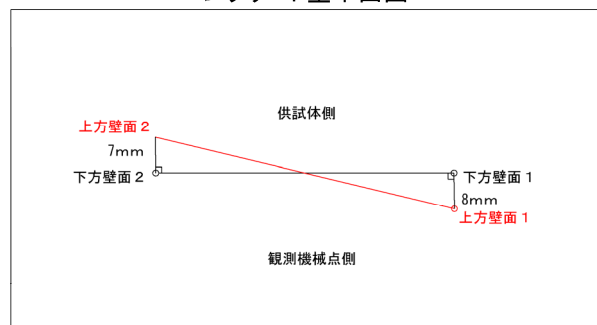


写真-5

※長さ計測精度/位置精度

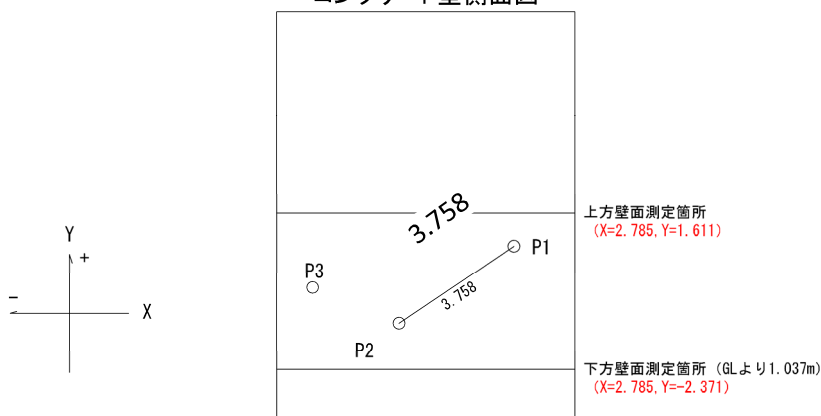
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※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



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: Skydio2+

■被写体距離: 0.5~1.0m ■照度: 4.52~7.24 kLux ■風速: 0.0~7.2 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度: 1/204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: 4056 × 3040

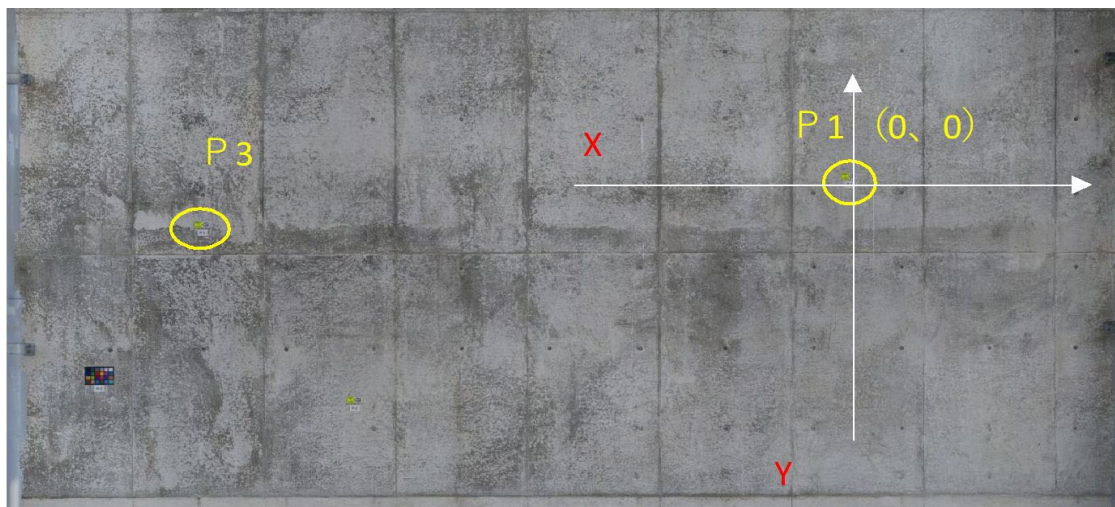


写真-6 オルソ画像

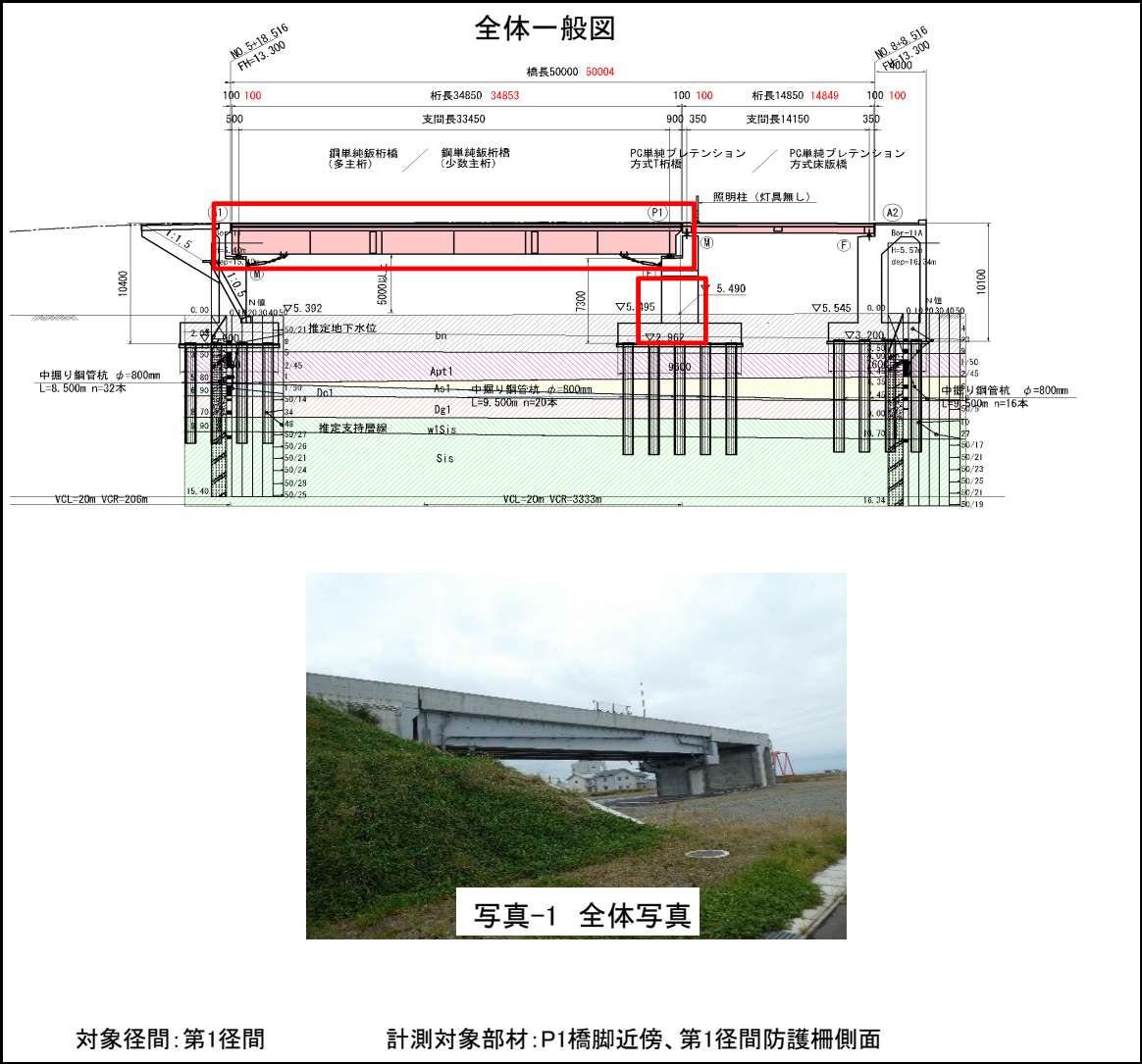
コンクリート壁マーカー座標値

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	-3.380	0.004	-1.651	-1.512	-0.139	3.758	3.703	98.5%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号	BR010081			Skydio2+		
技術名	ドローン (AVATA2、Neo、Skydio2+) による画像取得技術 (ひびわれ)			開発者名	株式会社シーテック	
試験日	令和6年 12 月 18 日	天候	晴れ	気温	4.9 °C	風速 6.2 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	BR010081
① 機器の搬入 (Skydio2+, 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 少数主桁橋の桁間を飛行した。(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:0.6m

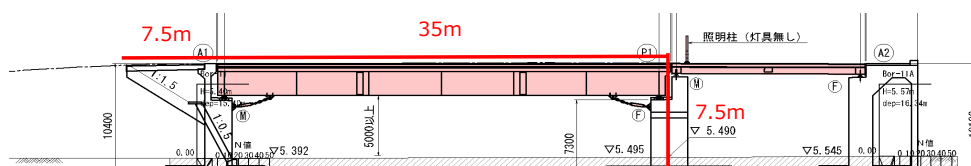
風速: 6.2m/s

停止飛行時:水平移動無し

ホバリング:60秒間



※可動範圍:50m(飛行距離:50m(=7.5+35+7.5))



※進入可能性能

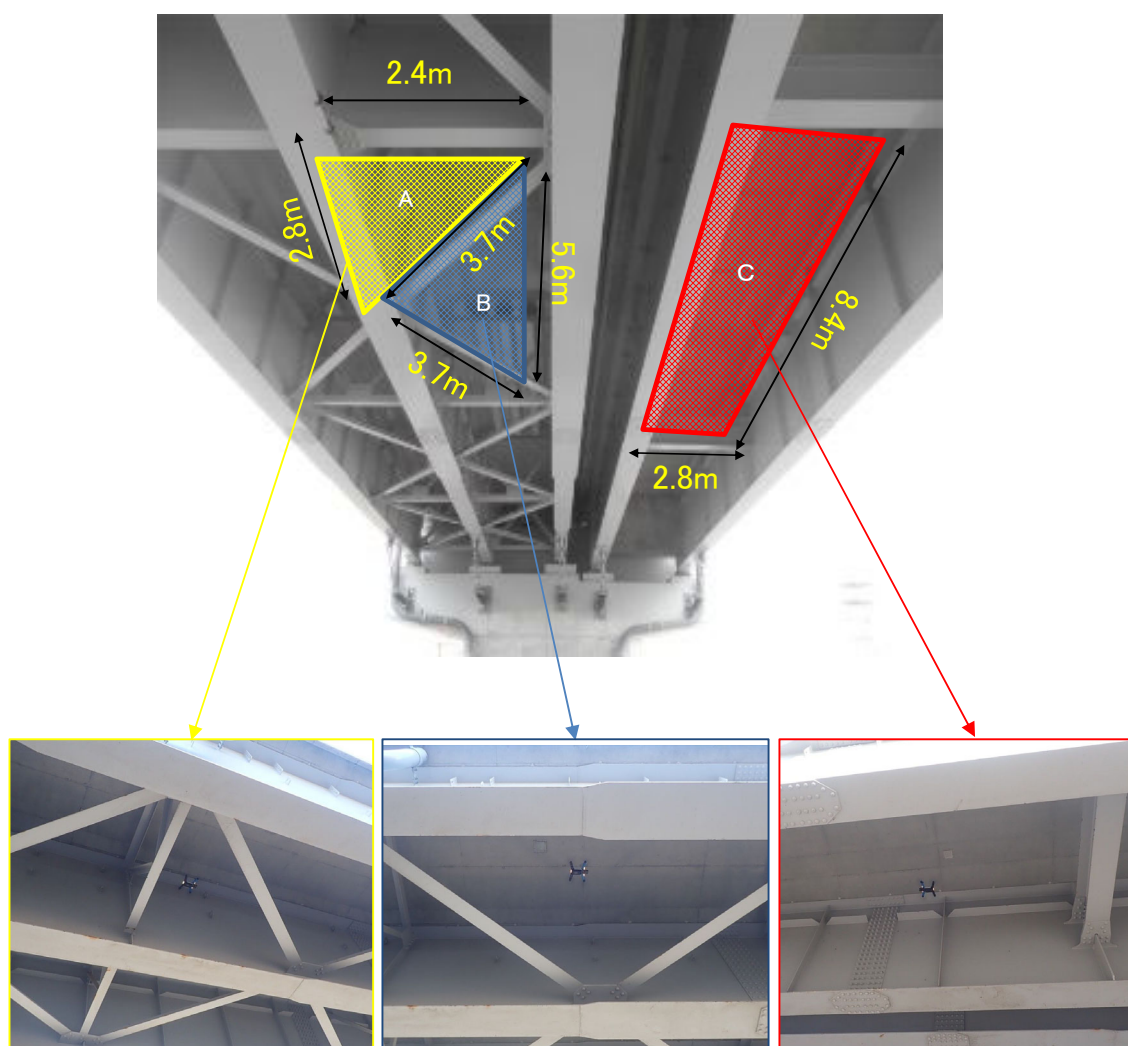
<桁間に進入>

風速: 4.8m/s

2.8m × 2.4m × 3.7m 進入可能 (平面寸法A)

3.7m × 3.7m × 5.6m 進入可能 (平面寸法B)

8.4m × 2.8m × 8.4m × 2.8m 進入可能 (平面寸法C)



2.8m × 2.4m × 3.7m 進入可能 (平面寸法A)

3.7m × 3.7m × 5.6m 進入可能 (平面寸法B)

8.4m × 2.8m × 8.4m × 2.8m 進入可能 (平面寸法C)

技術番号 BR010081

Skydio2+

技術名 ドローン(AVATA2、Neo、Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)

開発者名 株式会社シーテック

試験日 令和6年 12 月 18 日 天候 晴れ 気温 4.9 °C 風速 6.2 m/s

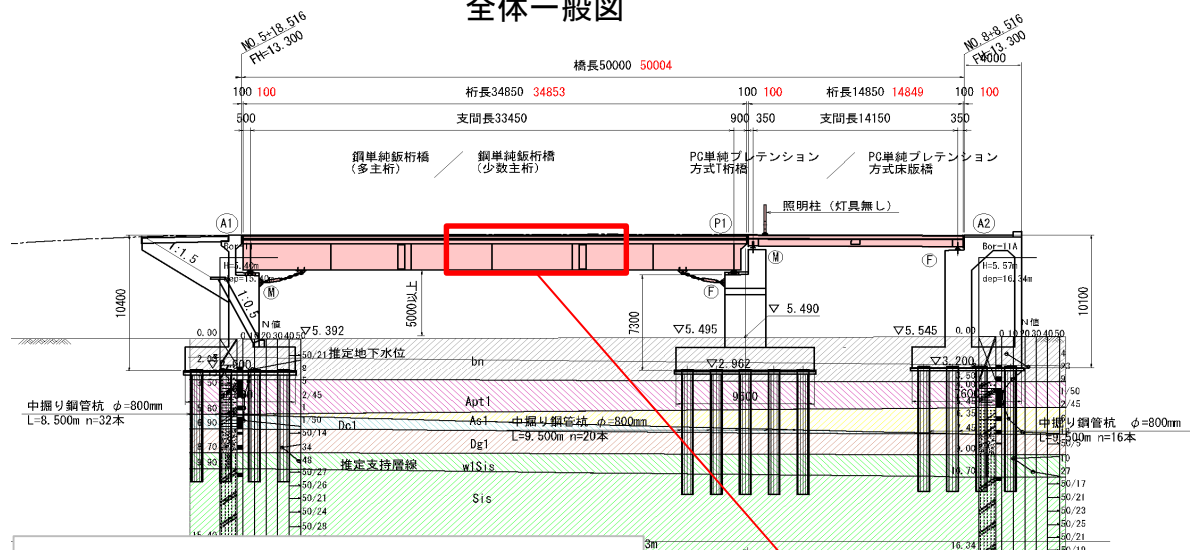
試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

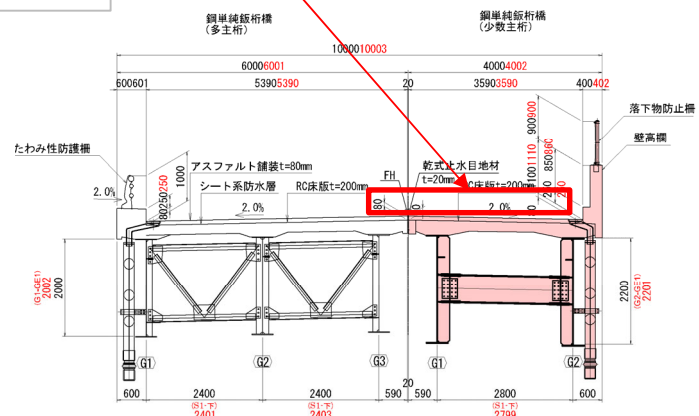
全体一般図



対象:鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)



写真-1 全体写真



対象径間:第1径間

計測対象部材:床版下面(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(ドローンSkydio2+、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



■カメラ名称:Skydio2+

■被写体距離:0.5m ■照度:5.77~29.9 kLux ■風速: 0.0~7.2 m/s

■気温: 7.2 °C

■焦点距離: 4mm ■シャッター速度:1/204秒

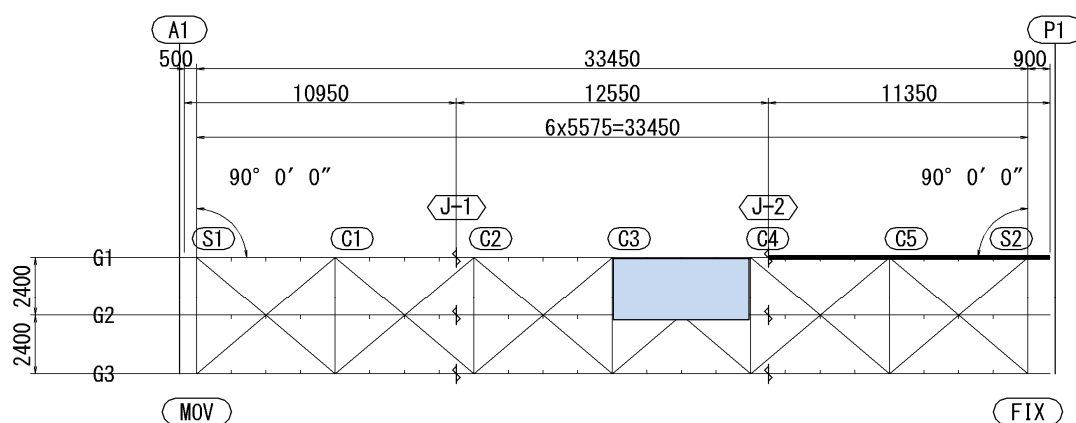
■絞り:F2.8 ■ISO値:100

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:4056×3040



写真-6

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁)(写真-6)

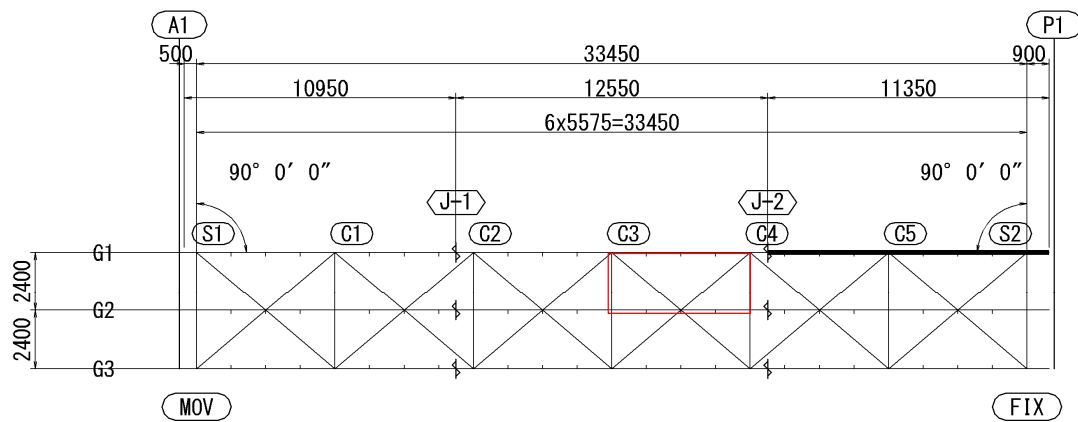


※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

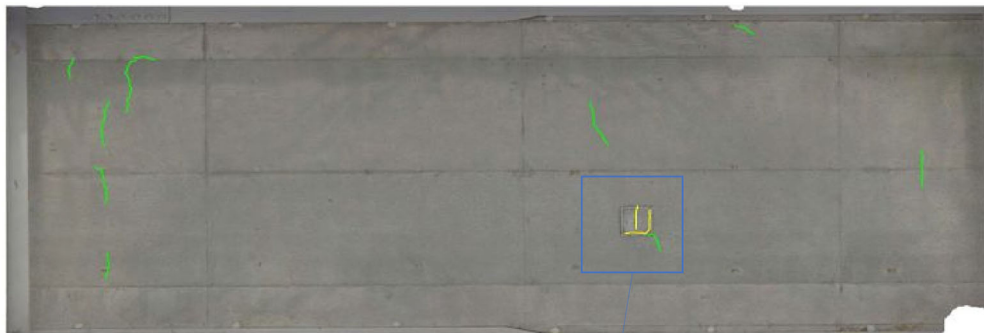
撮影範囲

※計測結果

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



見上げ図



鋼橋(第1径間)

1箇所

ひび割れ幅 0.25mm

凡例

- ひび割れ (0.05mm以上0.1mm未満)
- ひび割れ (0.1mm以上0.2mm未満)
- ひび割れ (0.2mm以上0.3mm未満)
- ひび割れ (0.3mm以上0.5mm未満)
- ひび割れ (1.0mm以上)