技術番号	BR010041

技術名	全方向水面移動式ボート型ドローンを用いた橋梁点検支援技術	開発者名	株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

試験日	令和4年　4　月　5　日	天候	曇り	気温	14.2　℃	風速	3.5　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	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、1.00mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3　〇:パネル)

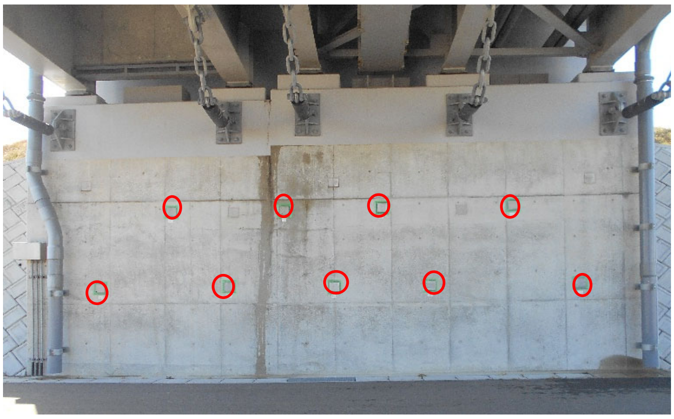


写真-1:A1橋台(9パネル)

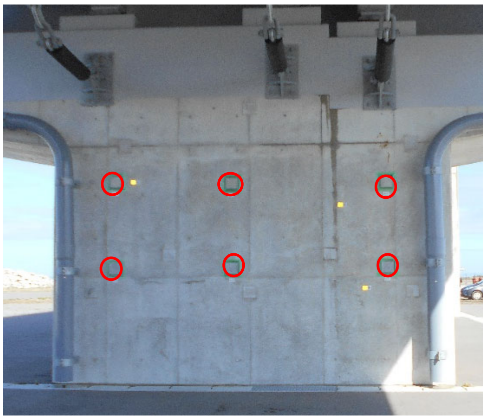


写真-2:P1橋脚(起点側)(6パネル)

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)(写真ー1)

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

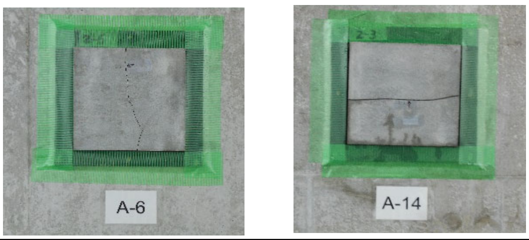


写真-3:パネル(抜粋A-6 、A-14

P1橋脚(起点側)(正面左からの配置)(写真ー2)

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

試験方法（手順）		技術番号	BR010041

①	撮影機器（写真-5：ボート型ドローン）
②	撮影状況（写真-6：A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影）
③	撮影状況（写真-8、9：P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影）
④	撮影状況（写真-9、-10：カラーチャートの撮影（写真-9：K1）（写真-10：K2））
⑤	後日、撮影画像からひびわれ幅、カラーチャートのRGB値を求める。

開発者による計測機器の設置状況

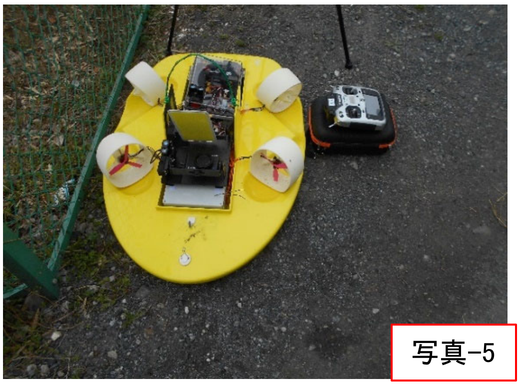


写真-5


写真-6


写真-7


写真-8


写真-9


写真-10

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010041

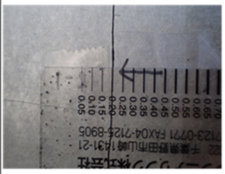
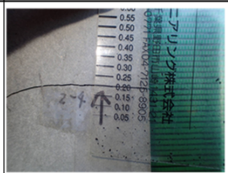
※最小ひびわれ幅・計測精度

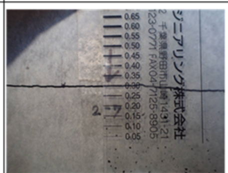
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

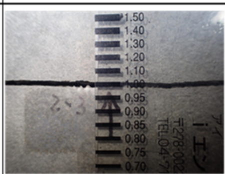
真値（ひびわれ幅）

チャート番号	A11	A4	A2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A1	A10	A12
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A8	A9	A3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A6	A7	A15
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A13	A14	A5
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010041

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート（写真-11）を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚（C1）（写真-12）とA2橋台（C2）（写真-13）の2箇所

①②③④⑤⑥

A
B
C
D

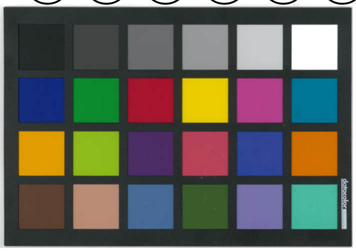


写真-11

写真-12　□：C1

写真-13　□：C2

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

計測結果の比較	技術番号	BR010041

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称： RX-100M4（SONY製）

■被写体距離：1.0～2.2　m　■照度： 10.6～47.7　kLux　■風速： 4.1～6.7　m/s

■気温： 13.1～13.2　℃

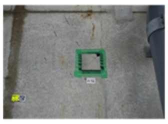
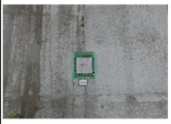
■焦点距離： 9～26　mm　■シャッター速度： 1/250　秒

■絞り： f　5.0　■ISO値： 自動

■フォーカス： オートフォーカス　■画像Pixel数： 5472×3648

最小ひびわれ幅・計測精度

計測値

チャート番号	A11	A4	A2
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.15	0.3	0.1
チャート番号	A1	A10	A12
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.2	0.2	0.3
チャート番号	A8	A9	A3
方向	縦	横	斜
真値	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.3	0.2	0.2
チャート番号	A6	A7	A15
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.4	0.5	0.4
チャート番号	A13	A14	A5
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.75	0.9	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.158113883
0.1mm	0.141421356
0.2mm	0.057735027
0.3mm	0.141421356
1.0mm	0.155456318

計測結果の比較		技術番号	BR010041

※色識別性能

■カメラ名称: RX-100M4（SONY製）

■被写体距離:1.0～2.2　m　■照度:　10.9～26.3　kLux　■風速:　2.8　m/s

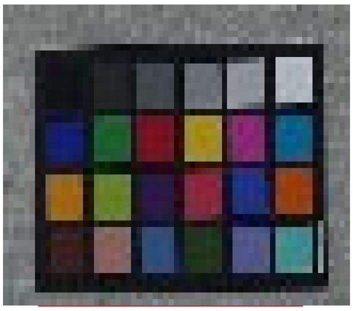
■気温:　12.9　℃

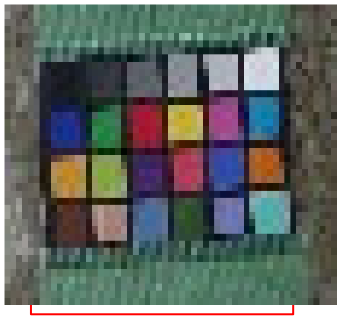
■焦点距離:　9～26　mm　■シャッター速度:　1/250　秒

■絞り:　f　5.0　■ISO値:　自動

■フォーカス:　オートフォーカス　■画像Pixel数:　5472×3648

立会者撮影





C1:計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	16	41	17	43	21
A-2	80	36	80	37	78	41
A-3	122	66	118	71	116	77
A-4	161	104	157	108	154	117
A-5	202	137	198	141	195	150
A-6	249	176	242	180	238	189
B-1	25	19	55	29	135	118
B-2	57	23	146	99	64	43
B-3	186	124	26	18	51	32
B-4	245	163	205	142	0	17
B-5	192	136	75	40	145	114
B-6	0	8	127	94	159	141
C-1	238	164	158	104	25	18
C-2	157	99	188	131	54	34
C-3	83	45	58	23	106	69
C-4	195	142	79	36	95	59
C-5	58	31	88	49	159	133
C-6	222	155	118	63	32	16
D-1	112	57	76	32	60	28
D-2	197	137	145	98	125	93
D-3	87	44	120	76	155	123
D-4	82	32	106	52	60	27
D-5	126	81	125	83	174	140
D-6	98	59	187	140	166	141

C2:計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	26	41	29	43	34
A-2	80	54	80	57	78	64
A-3	122	85	118	92	116	102
A-4	161	130	157	137	154	147
A-5	202	170	198	177	195	187
A-6	249	203	242	205	238	217
B-1	25	25	55	42	135	148
B-2	57	35	146	125	64	64
B-3	186	162	26	22	51	43
B-4	245	194	205	174	0	41
B-5	192	164	75	61	145	144
B-6	0	15	127	121	159	173
C-1	238	188	158	129	25	29
C-2	157	130	188	161	54	58
C-3	83	67	58	35	106	100
C-4	195	171	79	56	95	85
C-5	58	43	88	71	159	168
C-6	222	179	118	85	32	21
D-1	112	80	76	46	60	42
D-2	197	165	145	124	125	118
D-3	87	69	120	106	155	159
D-4	82	48	106	75	60	42
D-5	126	110	125	116	174	176
D-6	98	81	187	171	166	172

技術番号	BR010041

技術名	全方向水面移動式ボート型ドローンを用いた橋梁点検支援技術	開発者名	株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

試験日	令和4年　3　月　29　日	天候	晴れ	気温	21.5　℃	風速	0.1　m/s
試験場所	実橋						

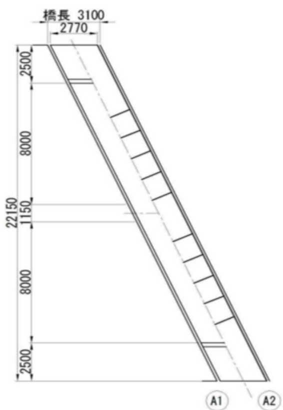
カタログ分類	画像計測技術　カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	現場試験

試験で確認するカタログ項目	動作確認（精度以外）

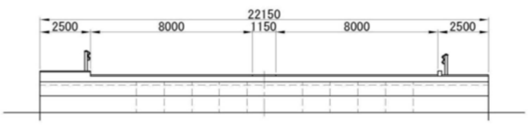
対象構造物の概要

橋梁形式：RC溝橋（BOXカルバート）

平面図

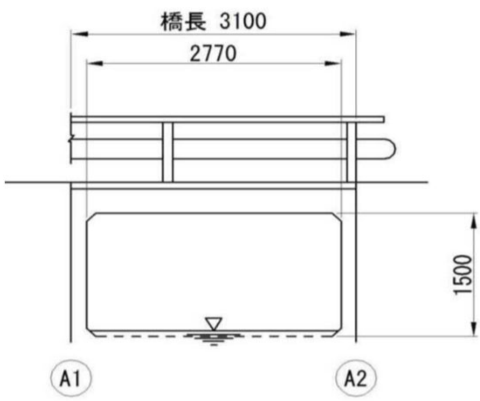


断面図



側面図

写真-1　全体写真



試験方法(手順)		技術番号	BR010041
①	計測機器の搬入(写真-2)		
②	計測作業(写真-3:上流側よりドローンを移動準備)		
③	計測作業(写真-4:上流側より溝橋の中空をドローンが撮影・移動中)		
④	計測作業(写真-5:下流側の出口付近でモニターで画像を確認する)		
⑤	後日、撮影した画像から状態の把握をする。		

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

水深:30cm

流速:0.476m/s

濁度:14.10FUN

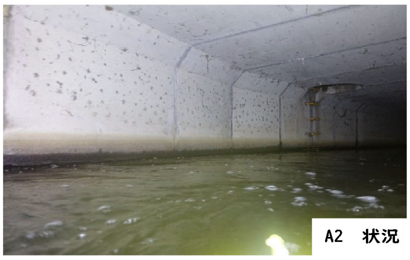
計測結果の比較		技術番号	BR010041

計測結果

（1）状況写真

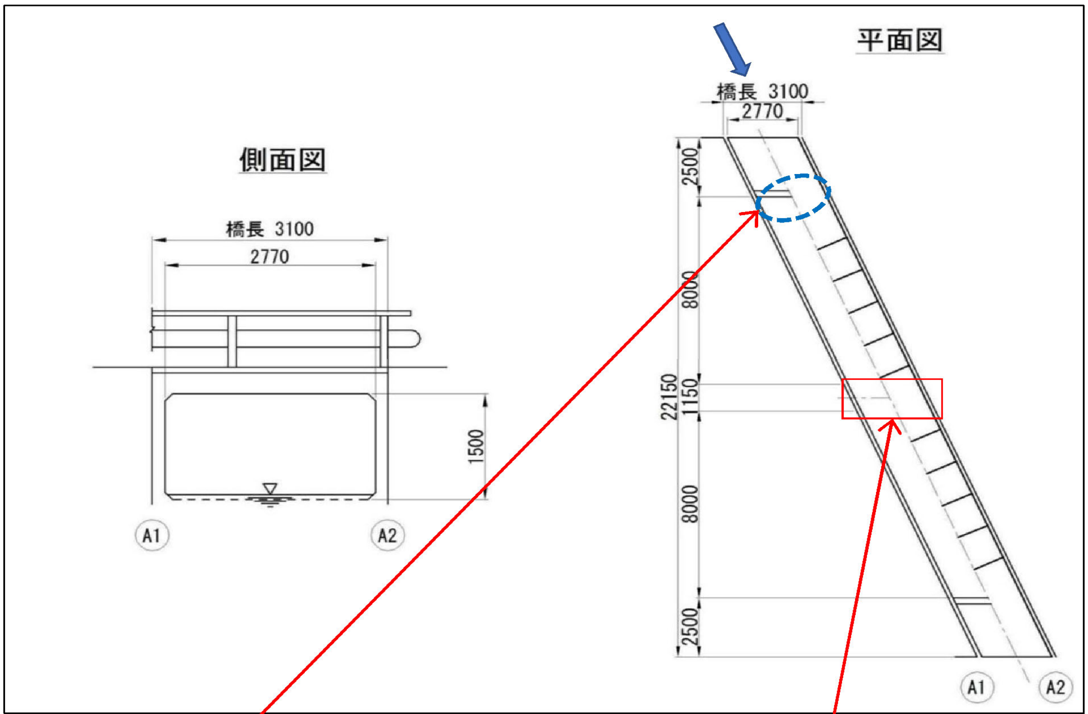

側面　左起点


A1　状況


A2　状況

（2）損傷及び損傷写真

①頂版




頂版　漏水

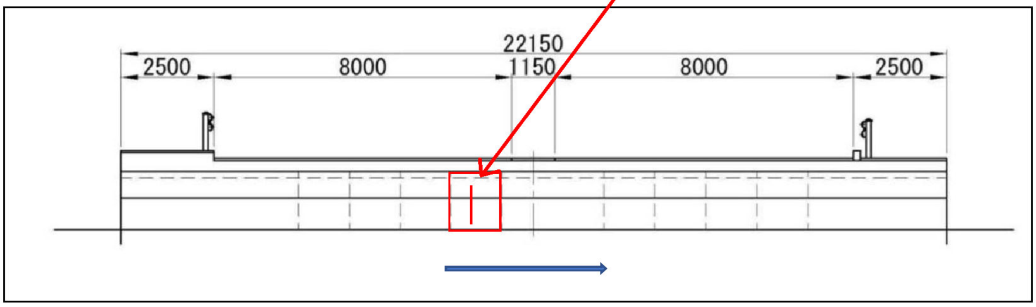

頂版　ひびわれ 幅0.1mm 200～1000mm
目地から漏水・遊離石灰

②側壁

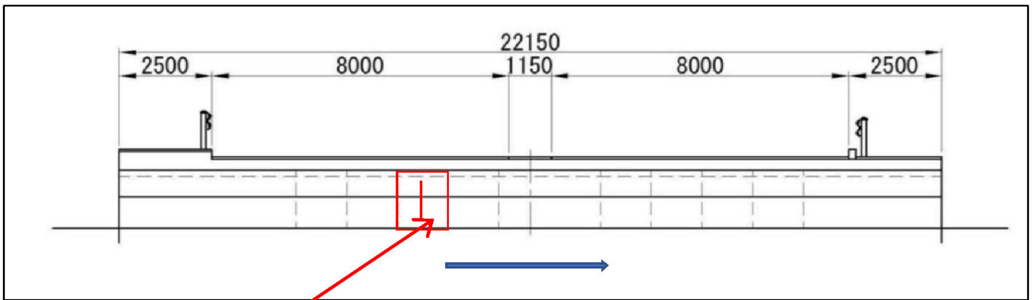

A1　側壁　ひびわれ 幅0.1mm 1000mm

断面図

A1



A2




A2　側壁　ひびわれ 幅0.1mm 1000mm


ひびわれ　拡大

技術番号	BR010041		
技術名	全方向水面移動式ボート型ドローンを用いた橋梁点検支援技術	開発者名	株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

試験日	令和4年　3　月　29　日	天候	晴れ	気温	21.5　℃	風速	0.1　m/s
試験場所	実橋						

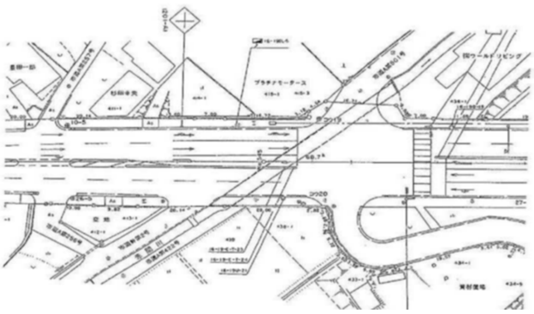
カタログ分類	画像計測技術　カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	現場試験

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

橋梁形式：RC溝橋（BOXカルバート）

平面図



断面図

側面図

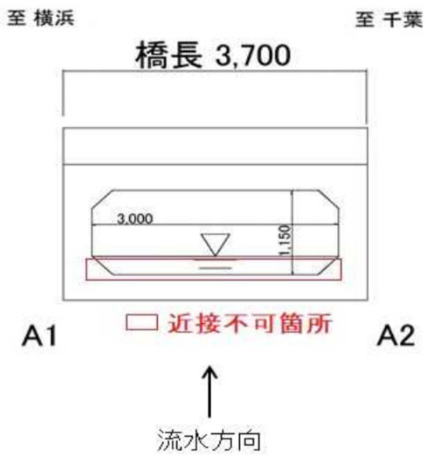


写真-1　全体写真

試験方法(手順)		技術番号	BR010041

①	計測機器の搬入(写真-2)
②	計測作業(写真-3:上流側よりドローンを移動準備)
③	計測作業(写真-4:上流側より溝橋の中空をドローンが撮影・移動中)
④	計測作業(写真-5:上流側の入口付近でモニターで画像を確認する)
⑤	後日、撮影した画像から状態の把握をする。

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

水深:30cm

流速:0.476m/s

濁度:14.10FUN

計測結果の比較		技術番号	BR010041

計測結果

（1）状況写真

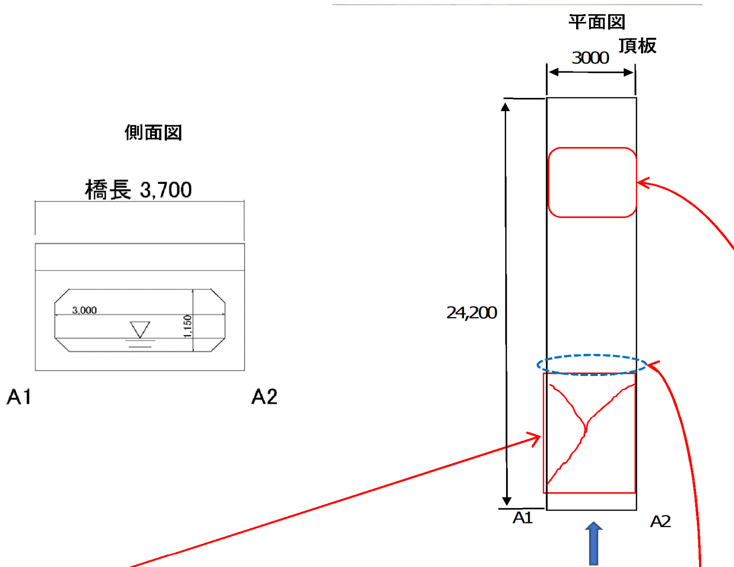

側面　左起点


A1　状況


A2　状況

（2）損傷及び損傷写真

①頂版




頂版　ひびわれ 補修跡


頂版　目地からの漏水


頂版　遊離石灰を伴うひびわれ

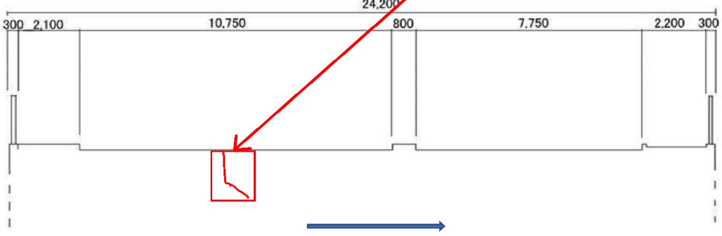
計測結果の比較	技術番号	BR010041

②側壁

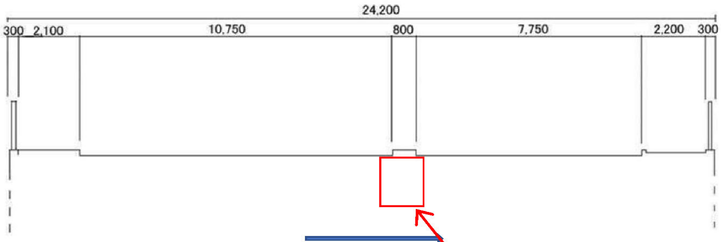

AI　側壁　ひびわれ 補修跡

断面図

A1



A2




A2　側壁　漏水

技術番号	BR010042

技術名	損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」	開発者名	株式会社計測リサーチコンサルタント

試験日	令和4年　4　月　6　日	天候	晴れ	気温	19.5　℃	風速	5.5　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	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、1.00mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。（写真-1、2、3　○：パネル）

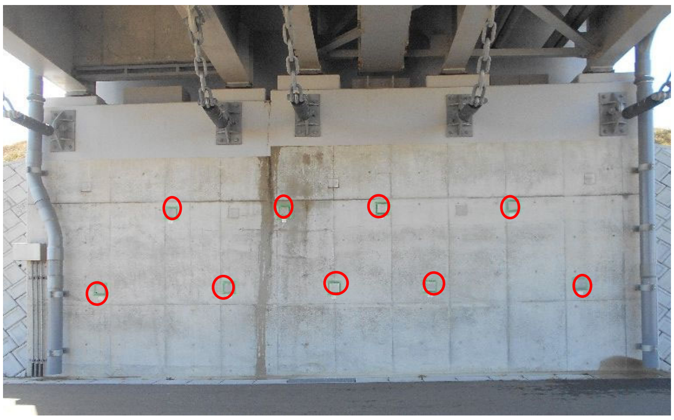


写真-1：A1橋台（9パネル）

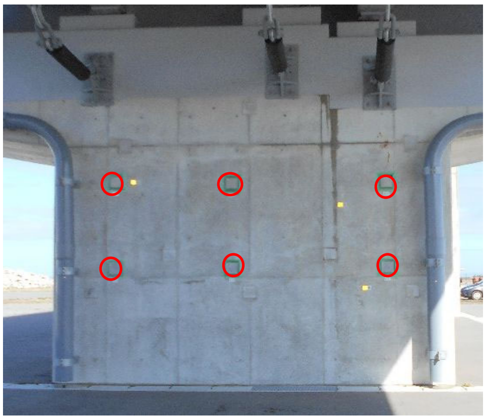


写真-2：P1橋脚（起点側）（6パネル）

パネル番号（チャート番号）とひびわれ方向（縦、横、斜）

A1橋台（正面左からの配置）（写真ー1）

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

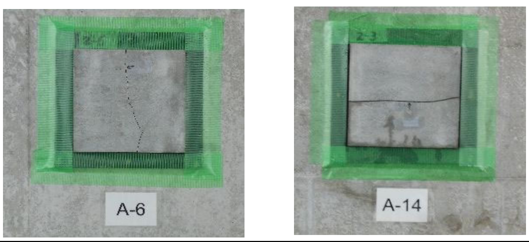


写真-3：パネル（抜粋A-6 、A-14

P1橋脚（起点側）（正面左からの配置）（写真ー2）

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

試験方法(手順)		技術番号	BR010042

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

開発者による計測機器の設置状況

写真-5

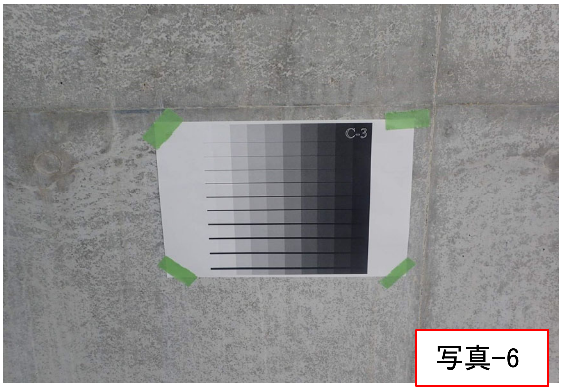


写真-6

写真-7

写真-8

写真-9

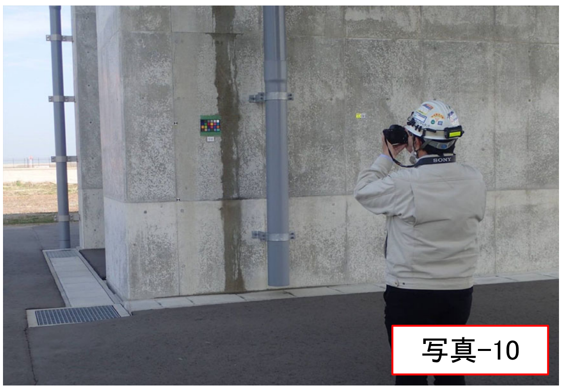
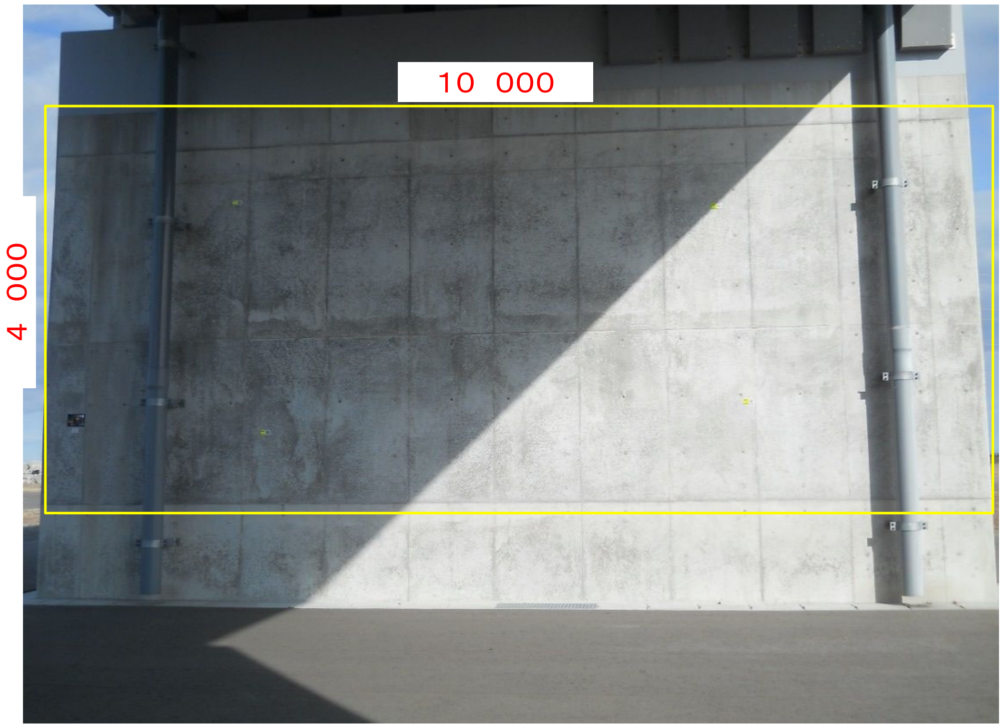


写真-10

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010042

※撮影速度



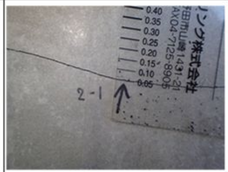
撮影範囲（縦4m、横10m）を移動しながら撮影に要した時間（秒）を計測する。

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010042

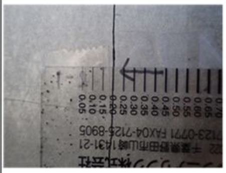
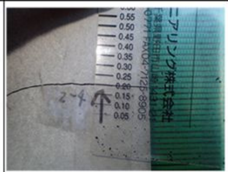
※最小ひびわれ幅・計測精度

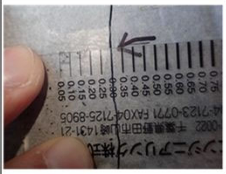
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

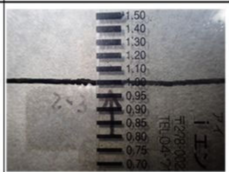
真値（ひびわれ幅）

チャート番号	A11	A4	A2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A1	A10	A12
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A8	A9	A3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A6	A7	A15
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A13	A14	A5
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010042

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート（写真−11）を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚（C1）（写真−12）とA2橋台（C2）（写真−13）の2箇所

①②③④⑤⑥

A
B
C
D

写真−11

写真−12　□：C1

写真−13　□：C2

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

計測結果の比較	技術番号	BR010042

※撮影速度

撮影面積：40m^2、所要時間：7分11秒（＝431秒）

撮影速度＝40／431＝0.093m^2/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称：　α7RⅣ（ILCE-7RM4）（SONY製）

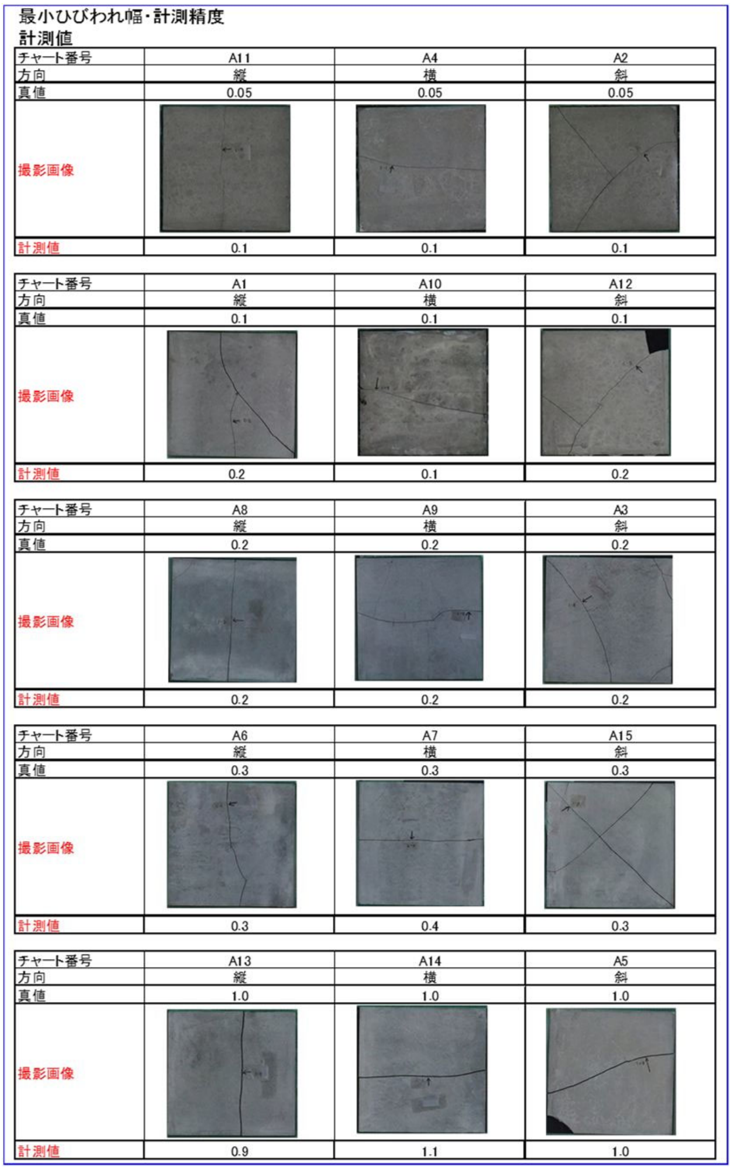
■被写体距離：　4.6　m　■照度：　6.65～61.5　kLux　■風速：　0.0～6.0　m/s

■気温：　17.5～19.5　℃

■焦点距離：　35　mm　■シャッター速度：　1/800、1/1000　秒

■絞り：　f　6.3　■ISO値：　400

■フォーカス：　オートフォーカス　■画像Pixel数：　9504×6336



最小ひびわれ幅・計測精度
計測値

チャート番号	A11	A4	A2
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	A1	A10	A12
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.2	0.1	0.2

チャート番号	A8	A9	A3
方向	縦	横	斜
真値	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	A6	A7	A15
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.3	0.4	0.3

チャート番号	A13	A14	A5
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.9	1.1	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.050000000
0.1mm	0.081649658
0.2mm	0.000000000
0.3mm	0.057735027
1.0mm	0.081649658

計測結果の比較	技術番号	BR010042

※色識別性能

■カメラ名称： α7RⅣ（ILCE−7RM4）（SONY製）

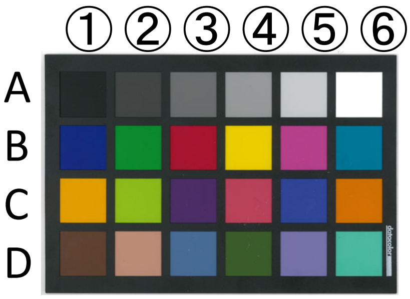
■被写体距離： 4.6　m　■照度： 4.95～58.2　kLux　■風速： 0.7～6.6　m/s

■気温： 15.5～17.5　℃

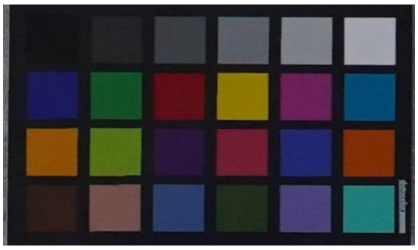
■焦点距離： 35　mm　■シャッター速度： 1/1000　秒

■絞り： f　6.3　■ISO値： 400

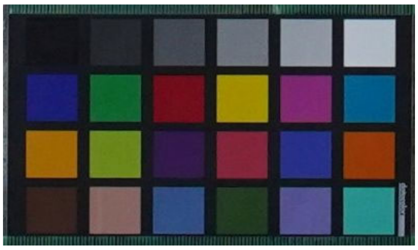
■フォーカス： オートフォーカス　■画像Pixel数： 9504×6336



立会者撮影



C1：開発者撮影



C2：開発者撮影

C1：計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A−1	43	19	41	20	43	22
A−2	80	34	80	35	78	39
A−3	122	60	118	61	116	65
A−4	161	88	157	92	154	101
A−5	202	125	198	128	195	137
A−6	249	159	242	162	238	172
B−1	25	29	55	26	135	93
B−2	57	15	146	83	64	36
B−3	186	95	26	16	51	22
B−4	245	145	205	119	0	0
B−5	192	110	75	32	145	92
B−6	0	3	127	78	159	118
C−1	238	141	158	79	25	6
C−2	157	78	188	112	54	17
C−3	83	43	58	25	106	63
C−4	195	115	79	32	95	50
C−5	58	35	88	41	159	117
C−6	222	128	118	45	32	3
D−1	112	49	76	30	60	26
D−2	197	115	145	78	125	72
D−3	87	40	120	60	155	110
D−4	82	35	106	48	60	28
D−5	126	71	125	63	174	122
D−6	98	26	187	125	166	122

C2：計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A−1	43	21	41	22	43	27
A−2	80	38	80	41	78	46
A−3	122	65	118	67	116	80
A−4	161	107	157	113	154	125
A−5	202	135	198	148	195	157
A−6	249	171	242	184	238	193
B−1	25	27	55	26	135	119
B−2	57	12	146	101	64	43
B−3	186	115	26	18	51	29
B−4	245	163	205	142	0	1
B−5	192	128	75	40	145	118
B−6	0	0	127	90	159	140
C−1	238	158	158	103	25	3
C−2	157	108	188	135	54	28
C−3	83	52	58	25	106	78
C−4	195	133	79	36	95	56
C−5	58	39	88	49	159	136
C−6	222	147	118	55	32	8
D−1	112	55	76	36	60	30
D−2	197	134	145	99	125	97
D−3	87	47	120	76	155	132
D−4	82	34	106	58	60	32
D−5	126	86	125	84	174	149
D−6	98	38	187	147	166	142

技術番号	BR010042

技術名	損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」	開発者名	株式会社計測リサーチコンサルタント

試験日	令和4年　4　月　6　日	天候	晴れ	気温	19.5　℃	風速	5.5　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

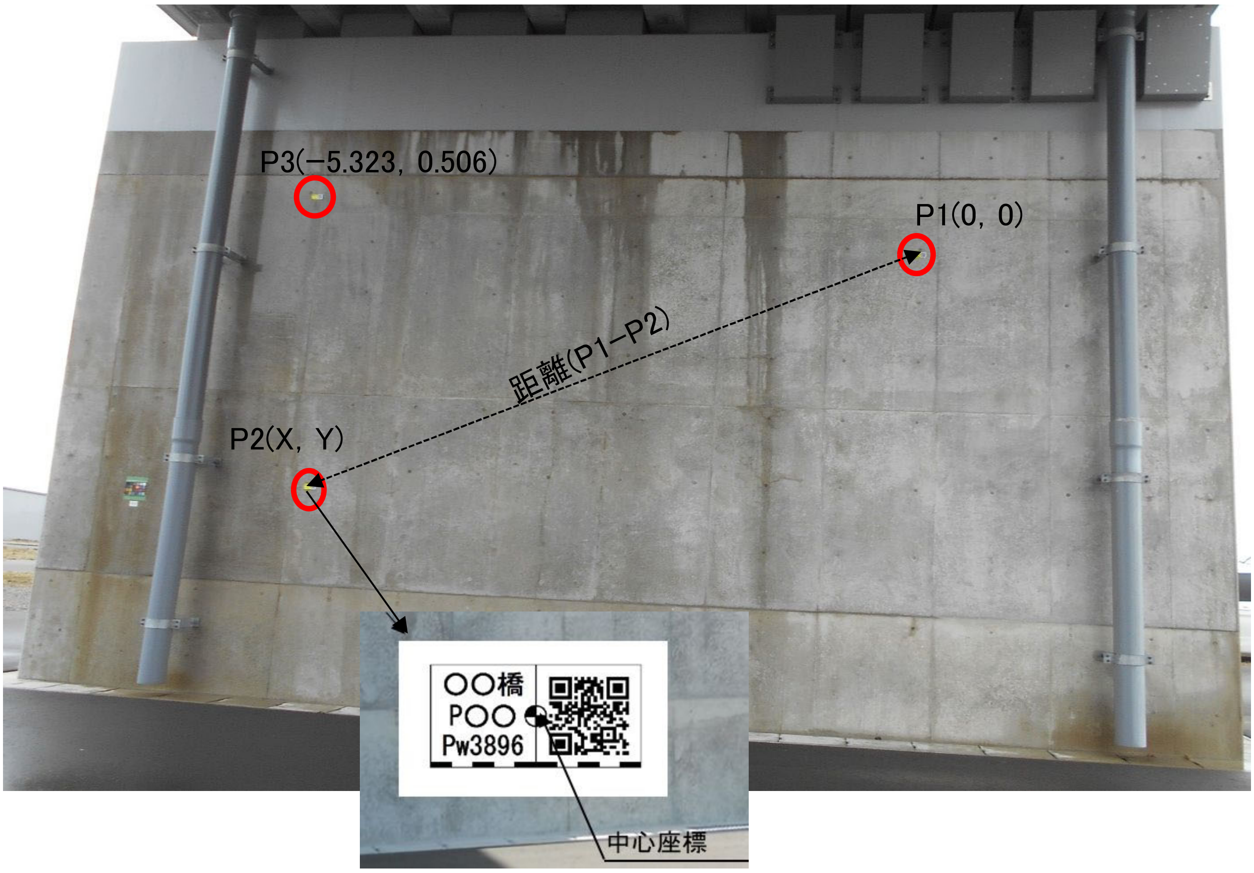
試験で確認するカタログ項目	長さ計測精度 位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

・A2橋台竪壁前面にマーカを3箇所設置する。（写真−1）

・P1の座標（0, 0を基準（原点）とし、P3を既知点としP2の座標（x、y）及びP1－P2間の距離を計測する。



写真−1

試験方法(手順)		技術番号	BR010042
①	機器の搬入(写真-2:カメラ、ポール等)		
②	機器の搬入(写真-3:カメラ、ポール等)		
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

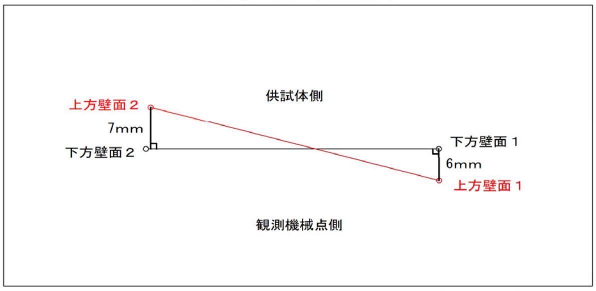

写真-5

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010042

※長さ計測精度/位置精度

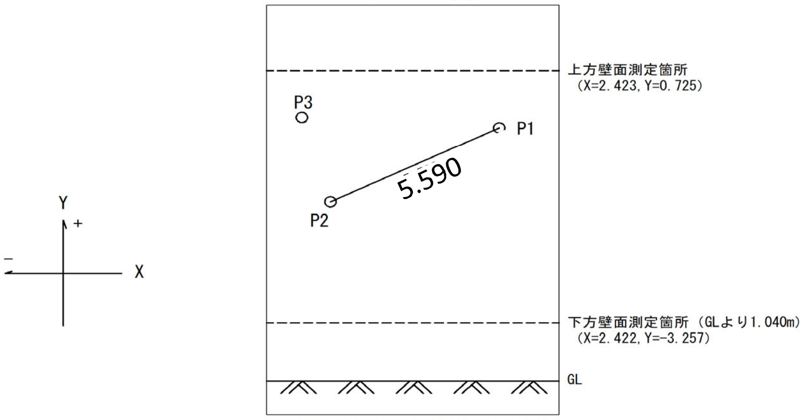
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※Ｘ軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカー座標値

点　名	Ｘ座標	Ｙ座標	Ｚ座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-5.077	-2.340	0.000
P3	-5.323	+0.506	-0.007

計測結果の比較		技術番号	BR010042

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: α7RⅣ(ILCE-7RM4)(SONY製)

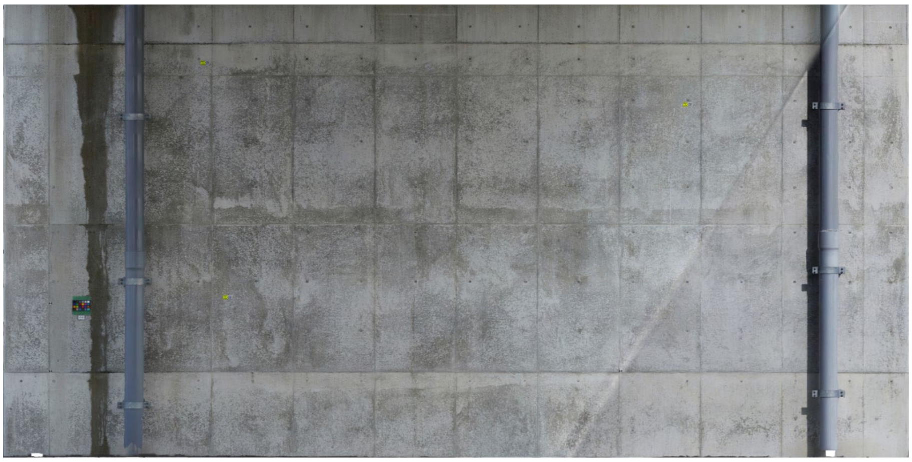
■被写体距離: 4.6 m ■照度: 4.95〜55.3 kLux ■風速: 0.7〜6.6 m/s

■気温: 15.5 ℃

■焦点距離: 35 mm ■シャッター速度: 1/1000 秒

■絞り: f 6.3 ■ISO値: 400

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 9504×6336



画素分解能0.5mm/pix

写真-6 オルソ画像

コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離(P1−P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P1	0.000			0.000			0.000			
P2	−5.077	−5.083	0.006	−2.340	−2.339	−0.001	0.000	5.590	5.597	100.13%
P3	−5.323	−5.323		0.506	0.506		−0.007			

技術番号	BR010042

技術名	損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」	開発者名	株式会社計測リサーチコンサルタント

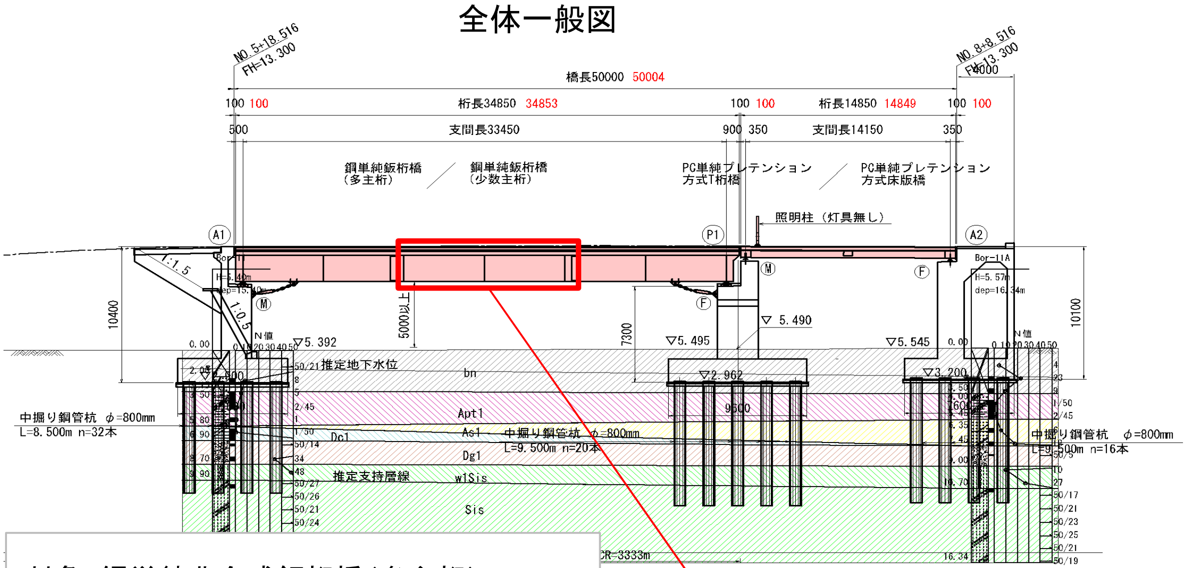
試験日	令和4年　4　月　6　日	天候	晴れ	気温	19.5　℃	風速	5.5　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	動作確認（精度以外）

対象構造物の概要

全体一般図



対象：鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）
　　　鋼単純非合成鈑桁橋（少数主桁）

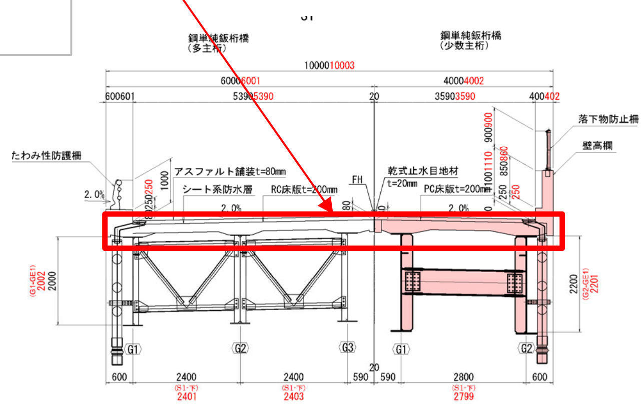


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　　計測対象部材：床版下面（上記　赤色内）

試験方法（手順）	技術番号	BR010042

①	計測器のセット（写真-2）
②	撮影状況：多主桁橋G1-G2間の床版A撮影（写真-5）
③	撮影状況：多主桁橋G2-G3間の床版B撮影（写真-4）
④	撮影状況：少数主桁橋G1-G2間の床版C撮影（写真-3）
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： α7RⅣ（ILCE-7RM4）（SONY製）

■被写体距離： 4.6　m　■照度： 4.74～45.6　kLux　■風速： 1.7～4.3　m/s

■気温： 15.6　℃

■焦点距離： 35　mm　■シャッター速度： 床版A,B,C（1/640、1/320、1/320 秒　）

■絞り： f　床版A,B,C（5.6、5.0、4.5）　■ISO値： 床版A,B,C（640、800、800）

■フォーカス： オートフォーカス　■画像Pixel数： 9504×6336

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）（写真-6）

鋼単純非合成鈑桁橋（少数主桁）（写真-7）

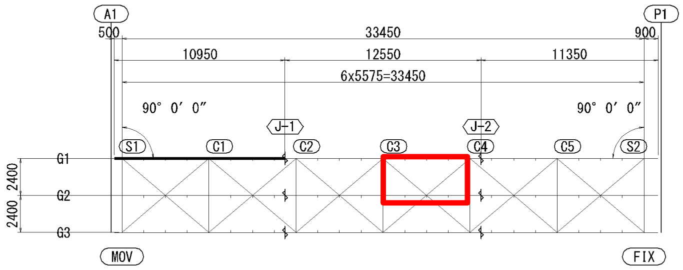
※撮影した画像（床版）からひびわれを確認する。（写真-6、写真-7）

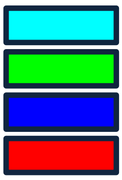
計測結果の比較		技術番号	BR010042

※計測結果

①鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁):床版A(G1-G2間)

配　置　図



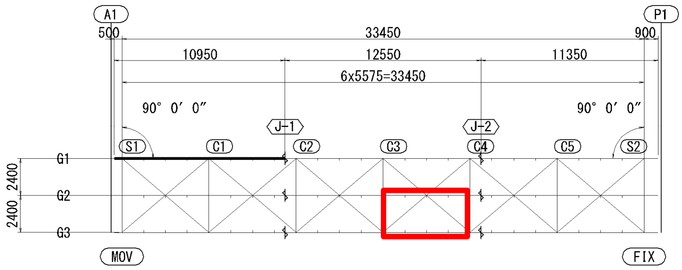


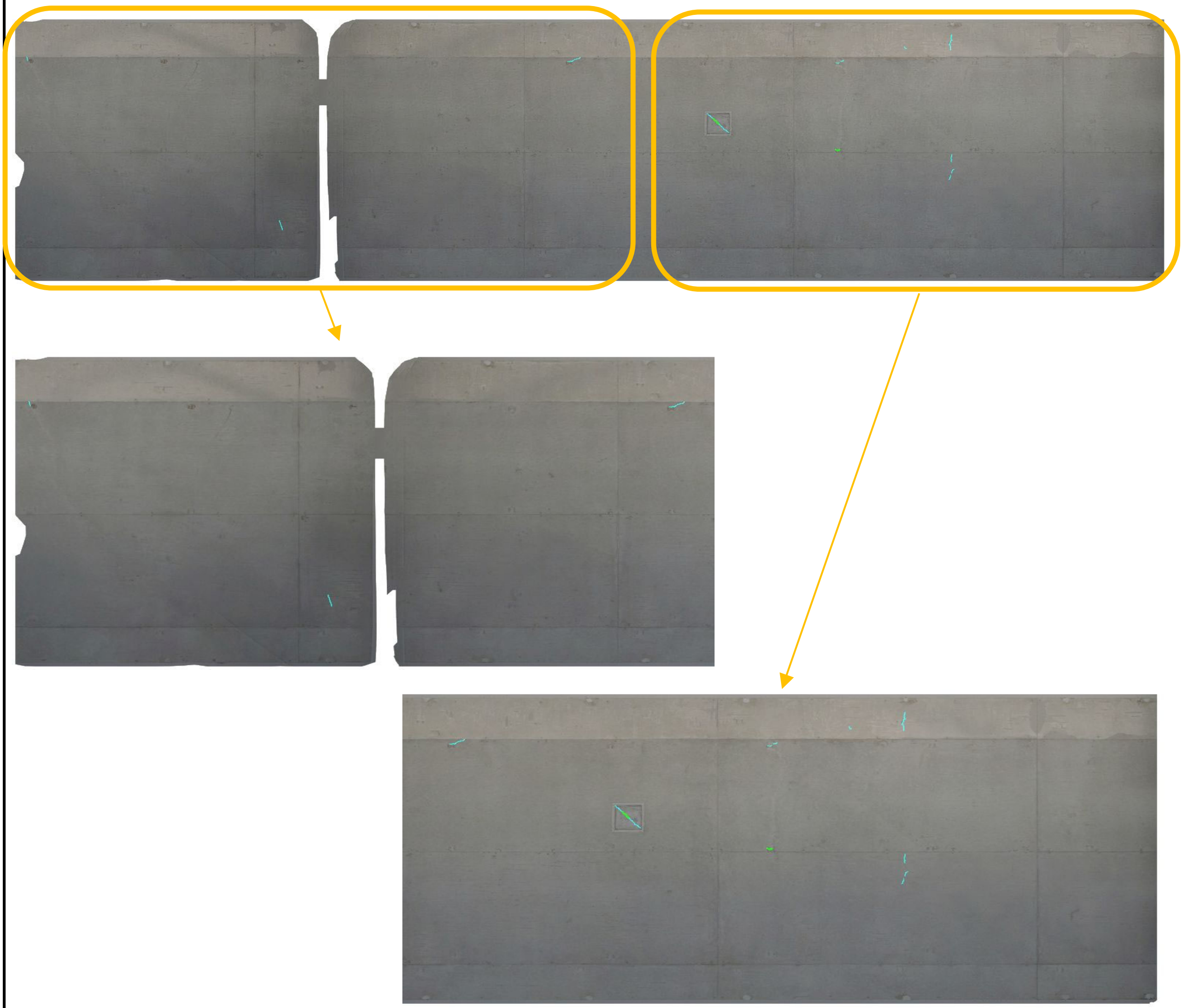
計測結果の比較		技術番号	BR010042

※計測結果

②鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁):床版B(G2-G3間)

配　置　図





0.2mm未満

0.2mm以上0.5mm未満

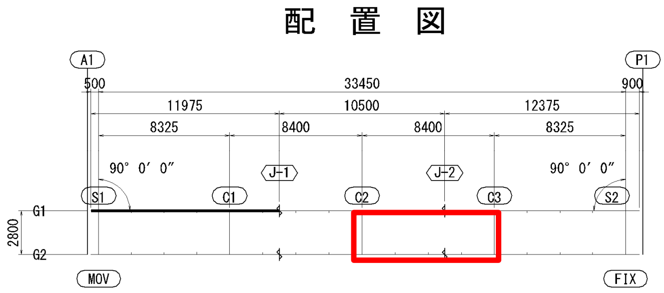
0.5mm以上1.0mm未満

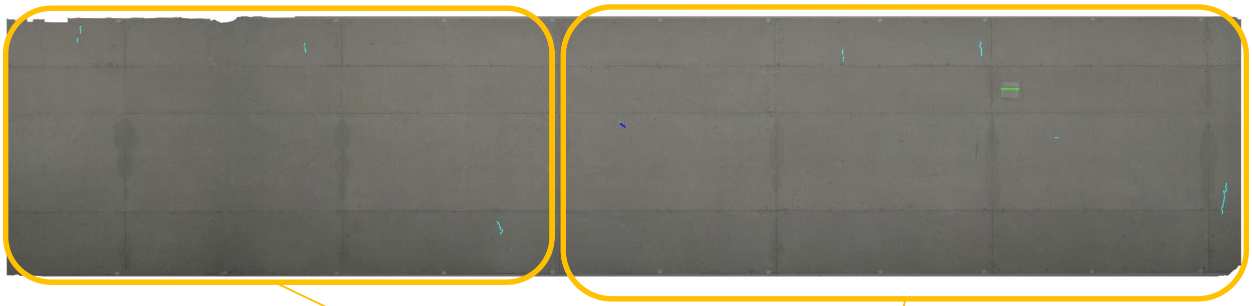
1.0mm以上

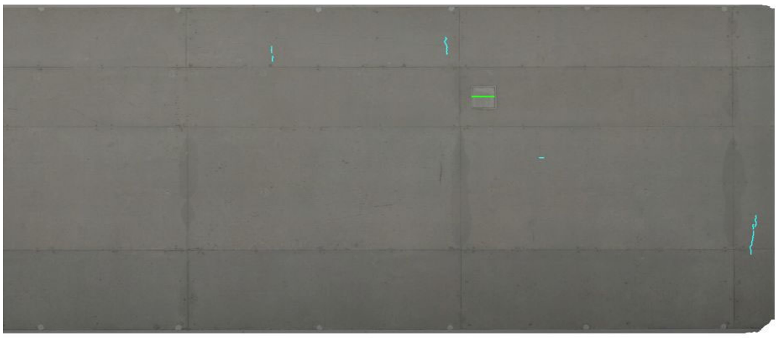
計測結果の比較		技術番号	BR010042

※計測結果

③鋼単純非合成鈑桁橋(少数主桁):床版C(G1-G2間)







(水色)	0.2mm未満
(緑)	0.2mm以上0.5mm未満
(青)	0.5mm以上1.0mm未満
(赤)	1.0mm以上

技術番号	BR010043

skydio2

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

試験日	令和4年　3　月　10　日	天候	晴れ	気温	13.2　℃	風速	3.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	撮影速度 最小･ひびわれ精度 色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。（写真-1、2、3　〇：パネル）

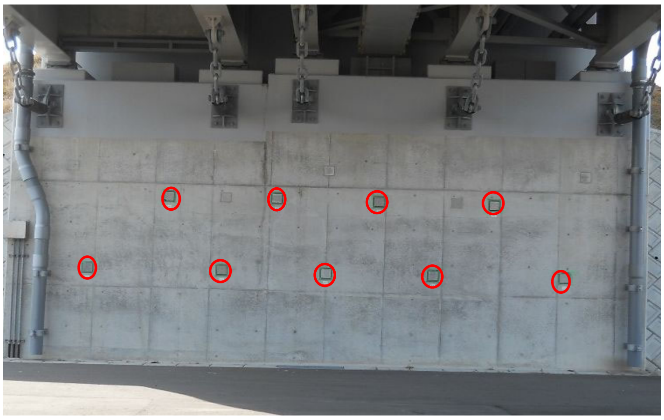


写真-1：A1橋台（9パネル）

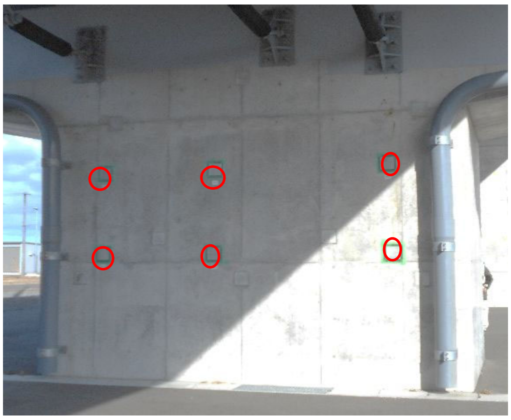


写真-2：P1橋脚（起点側）（6パネル）

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）

	B2 斜		B3 縦		B4 斜		B5 横	
F1 斜		F2 縦		F3 斜		F4 縦		F5 横

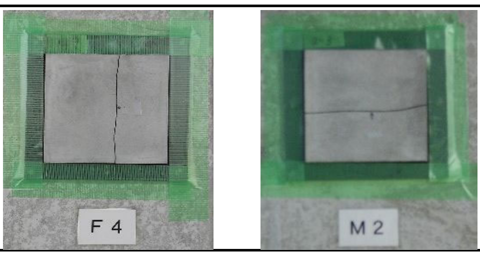


写真-3：パネル（抜粋　F4、M2）

P1橋脚（起点側）（正面左からの配置）（写真－2）

M4 縦	M5 横	M6 縦
M1 斜	M2 横	M3 横

試験方法（手順）		技術番号	BR010043
①	基準尺の設置（写真-5：スチールゲージ、クラックゲージ）		
②	計測機器の搬入（写真-6：ドローン、タブレット）		
③	ドローンを飛行させ撮影し、タブレットモニータで映像を確認する。（写真-7：A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影）		
④	撮影状況（写真-8：P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影）		
⑤	撮影状況（写真-9、-10：カラーチャートを撮影）		

開発者による計測機器の設置状況

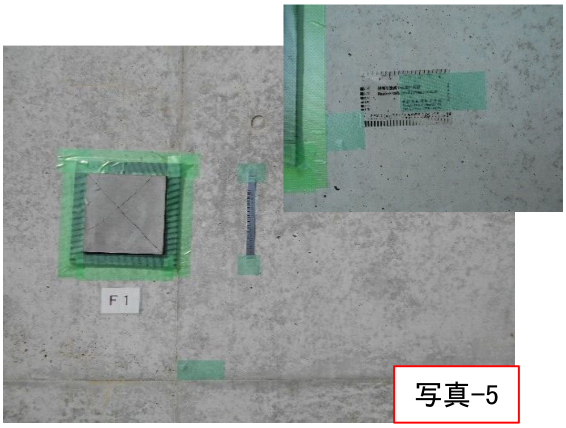


写真-5

写真-6

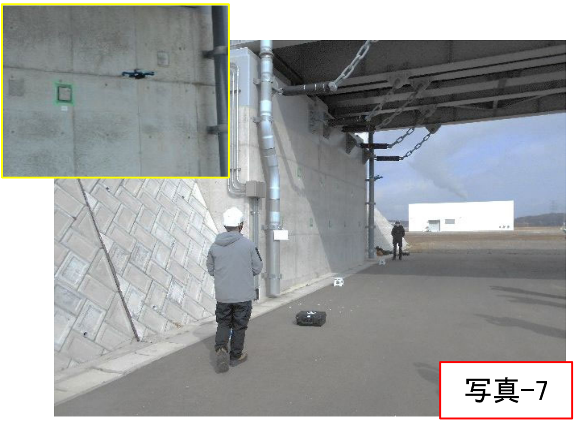


写真-7

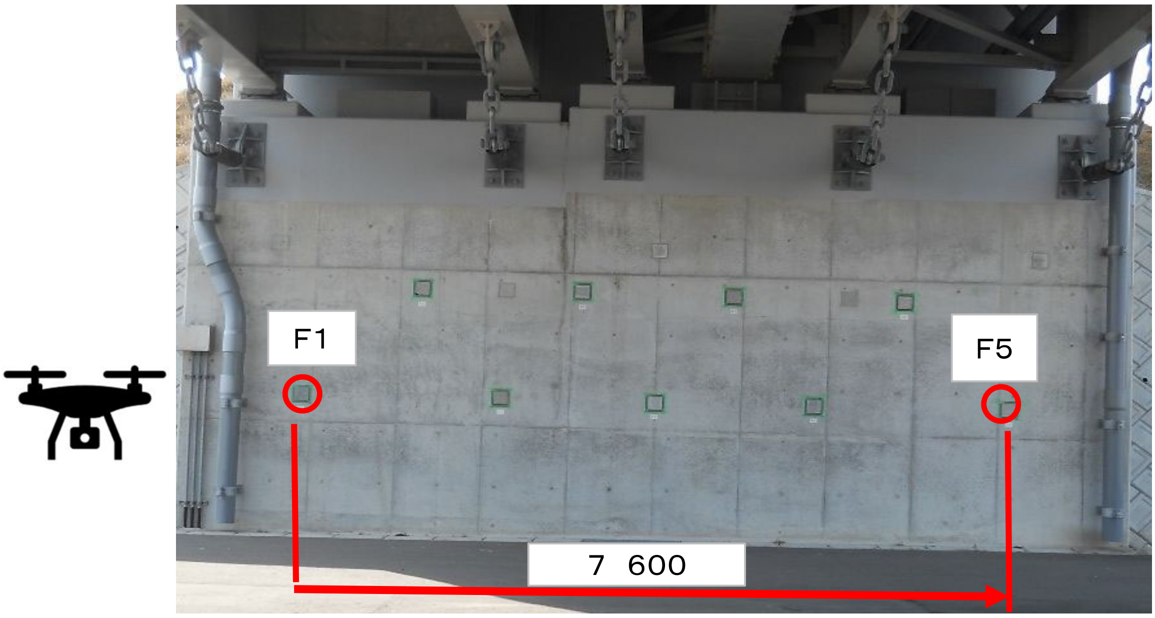
写真-8

写真-9

写真-10

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

※撮影速度



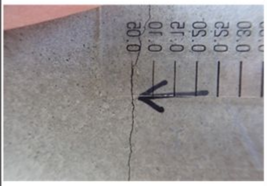
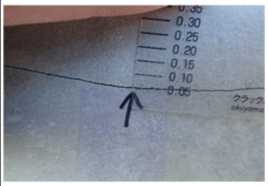
モルタルF1からF5間（飛行距離：7.6m）を通常撮影しながら移動して、移動に要した時間（秒）を計測する。

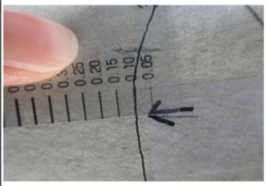
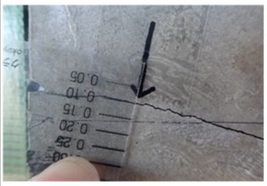
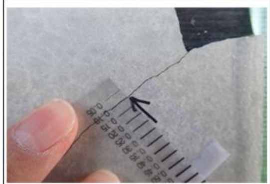
比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

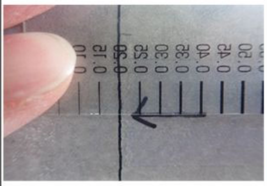
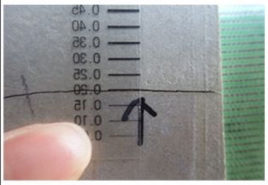
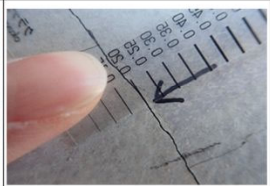
※最小ひびわれ幅・計測精度

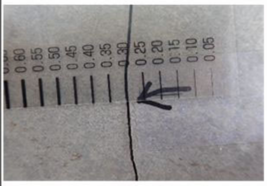
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

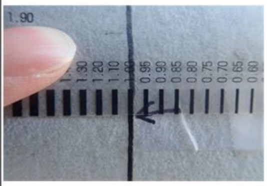
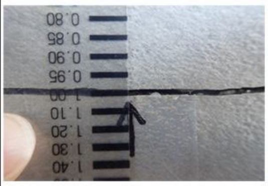
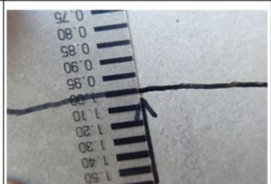
真値（ひびわれ幅）

チャート番号	F 2	F 5	B4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	M4	M5	F 1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

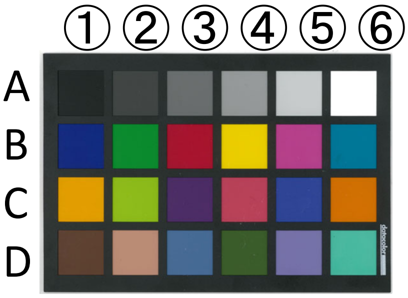
チャート番号	F 4	M2	B2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

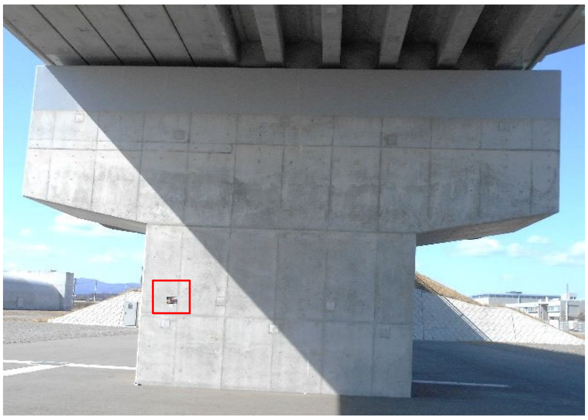
※色識別性能

市販の24色のカラーチャート（写真−11）を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚（K1）（写真−12）とA2橋台（K2）（写真−13）の2箇所



写真−11



写真−12　□：K1

写真−13　□：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

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※撮影速度

飛行距離：7.6m、撮影時間：1分52秒（112秒）

撮影速度＝7.6／112＝0.068m/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称：　Skydio2

■被写体距離：　1.0　m　■照度：　11.3～73.4　kLux　■風速：　0.1～3.0　m/s

■気温：　12.3～13.2　℃

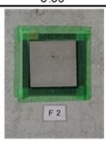
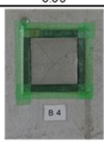
■焦点距離：　20 mm（35mm換算）　■シャッター速度：　オート

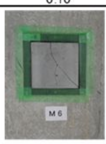
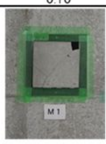
■絞り：　f　2.8（固定）　■ISO値：　オート

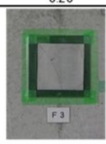
■フォーカス：　オート　■画像Pixel数：　4056×3040

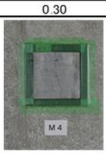
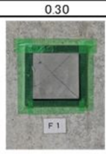
最小ひびわれ幅・計測精度　skydio2

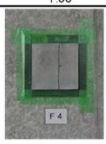
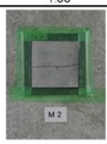
計測値

チャート番号	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.1	0.1	0.2

チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
真値	0.10	0.10	0.10
撮影画像			
計測値	0.3	0.1	0.1

チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
真値	0.20	0.20	0.20
撮影画像			
計測値	0.3	0.2	0.2

チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
真値	0.30	0.30	0.30
撮影画像			
計測値	0.4	0.3	0.30

チャート番号	F4	M2	B2
方向	縦	横	斜
真値	1.00	1.00	1.00
撮影画像			
計測値	1.0	1.0	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.095742711
0.1mm	0.115470054
0.2mm	0.057735027
0.3mm	0.057735027
1.0mm	0.000000000

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※色識別性能

■カメラ名称： Skydio2

■被写体距離： 1.0　m　■照度： 17.0～22.8　kLux　■風速： 3.2　m/s

■気温： 12.3　℃

■焦点距離：　20 mm（35mm換算）　■シャッター速度：　オート

■絞り： f　2.8（固定）　　■ISO値：　オート

■フォーカス：　オート　　■画像Pixel数： 4056×3040

①②③④⑤⑥

A
B
C
D

立会者撮影

K1：開発者撮影

K2：開発者撮影

K1：計測比較

R値		G値		B値	
真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
43	14	41	15	43	19
80	35	80	35	78	37
122	65	118	66	116	71
161	106	157	109	154	114
202	137	198	140	195	147
249	177	242	178	238	183
25	2	55	18	135	96
57	27	146	103	64	31
186	135	26	13	51	29
245	175	205	149	0	4
192	141	75	27	145	103
0	1	127	81	159	116
238	171	158	116	25	15
157	116	188	139	54	23
83	48	58	15	106	62
195	149	79	32	95	52
58	15	88	35	159	114
222	151	118	61	32	8
112	57	76	32	60	28
197	141	145	101	125	85
87	32	120	64	155	117
82	34	106	51	60	19
126	67	125	64	174	131
98	45	187	141	166	130

K2：計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	11	41	11	43	13
A-2	80	23	80	24	78	26
A-3	122	47	118	48	116	52
A-4	161	74	157	81	154	89
A-5	202	111	198	114	195	121
A-6	249	136	242	139	238	146
B-1	25	1	55	12	135	68
B-2	57	18	146	75	64	24
B-3	186	109	26	8	51	21
B-4	245	138	205	117	0	2
B-5	192	110	75	20	145	74
B-6	0	0	127	59	159	89
C-1	238	133	158	81	25	8
C-2	157	83	188	109	54	17
C-3	83	40	58	8	106	45
C-4	195	123	79	24	95	42
C-5	58	9	88	25	159	87
C-6	222	122	118	49	32	8
D-1	112	40	76	16	60	14
D-2	197	114	145	67	125	60
D-3	87	20	120	45	155	85
D-4	82	25	106	39	60	14
D-5	126	47	125	43	174	102
D-6	98	30	187	110	166	97

技術番号	BR010043

skydio2

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

試験日	令和4年 3 月 10 日	天候	晴れ	気温	13.2 ℃	風速	3.0 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

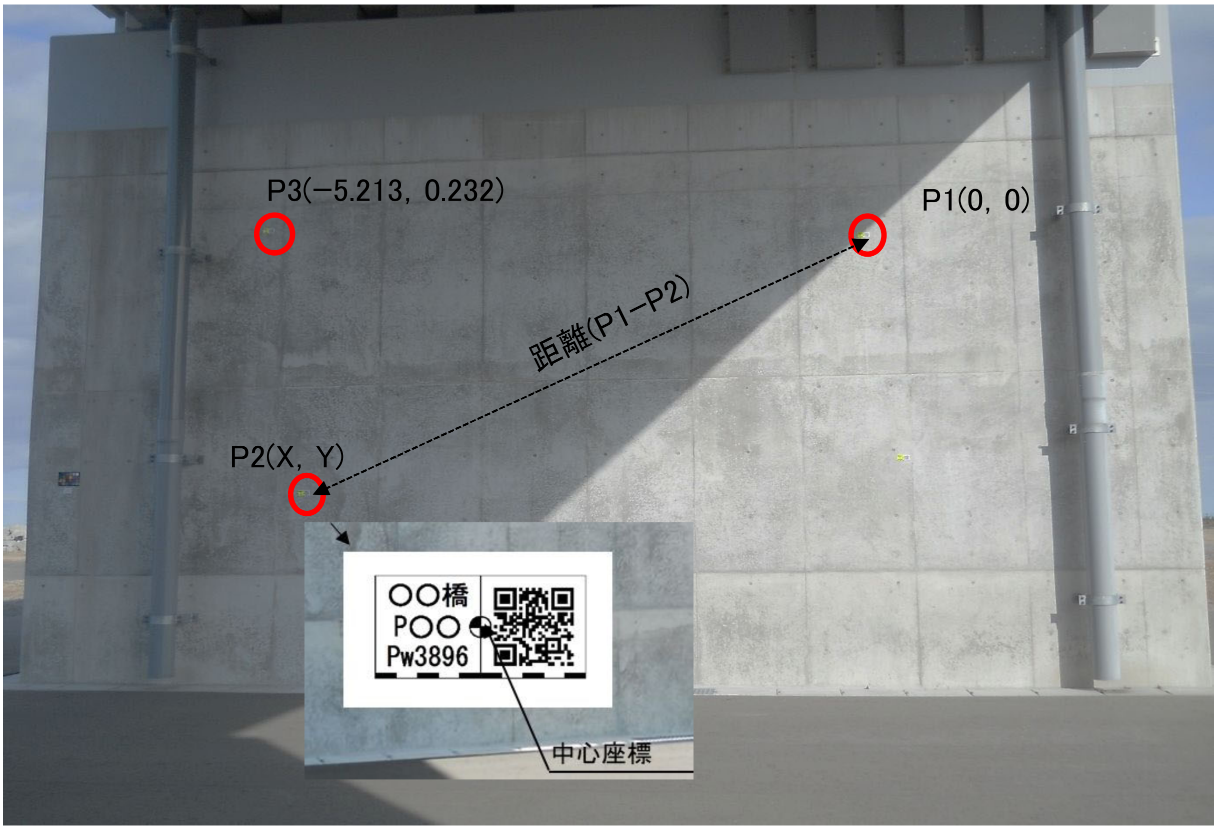
試験で確認するカタログ項目	長さ計測精度 位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

・A2橋台竪壁前面にマーカを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	BR010043
①	計測器のセット(写真-2:ドローン)		
②	計測器のセット(写真-3:ドローン搭載カメラ)		
③	②と同時にPCのモニターで撮影データを確認する。		
④	撮影状況(写真-5、6:A2橋台配置のマーカ3点を撮影)		
⑤	後日、オルソ画像を作成し、P2座標、P1-P2の距離を算出する。		

開発者による計測機器の設置状況

写真-2

写真-3

写真-4

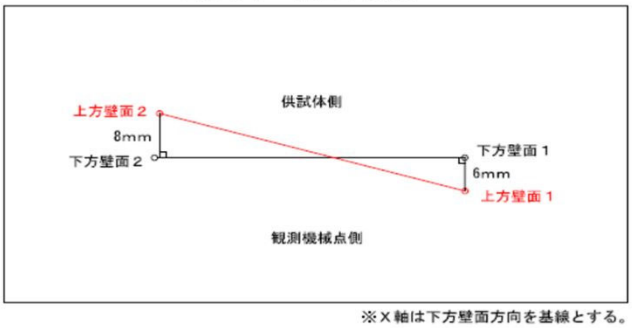
写真-5

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

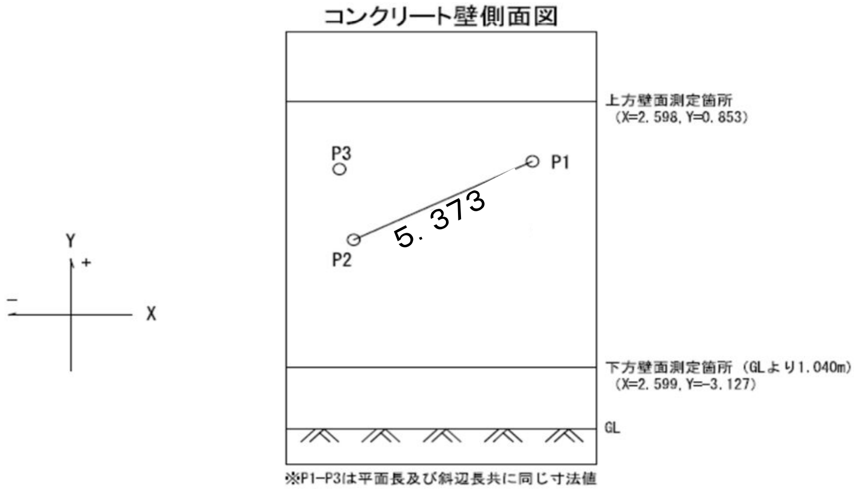
※長さ計測精度/位置精度

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座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	−4.830	−2.353	0.001
P3	−5.213	0.232	−0.005

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称： Skydio2

■被写体距離： 1.0、2.0、3.0　m　■照度： 18.2～49.7　kLux　■風速： 1.8　m/s

■気温： 13.5　℃

■焦点距離：　20 mm（35mm換算）　■シャッター速度：　オート

■絞り： f　2.8（固定）　■ISO値：　オート

■フォーカス：　オート　■画像Pixel数： 4056×3040

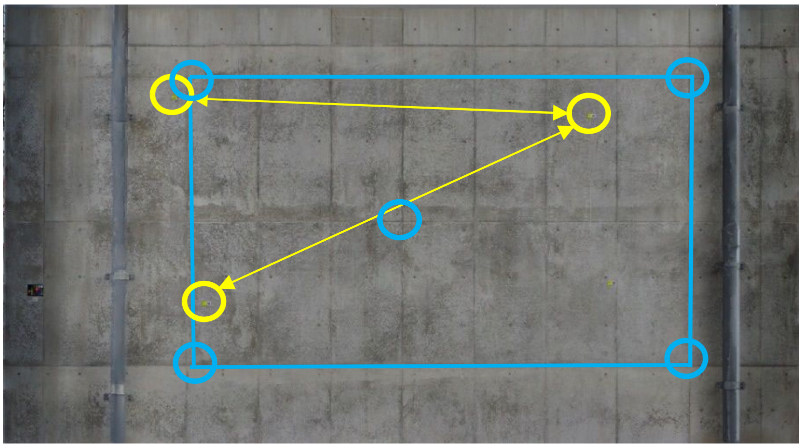


写真-6　オルソ画像

コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離（P1−P2）		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P1	0.000			0.000			0.000			
P2	−4.830	−4.820	−0.010	−2.353	−2.372	0.019	0.001	5.373	5.372	99.98%
P3	−5.213	−5.213		0.232	0.232		−0.005			

技術番号	BR010043

skydio2

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

試験日	令和4年　3　月　10　日	天候	晴れ	気温	13.2　℃	風速	3.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	構造物近傍安定性能 進入可能性能

対象構造物の概要

全体一般図

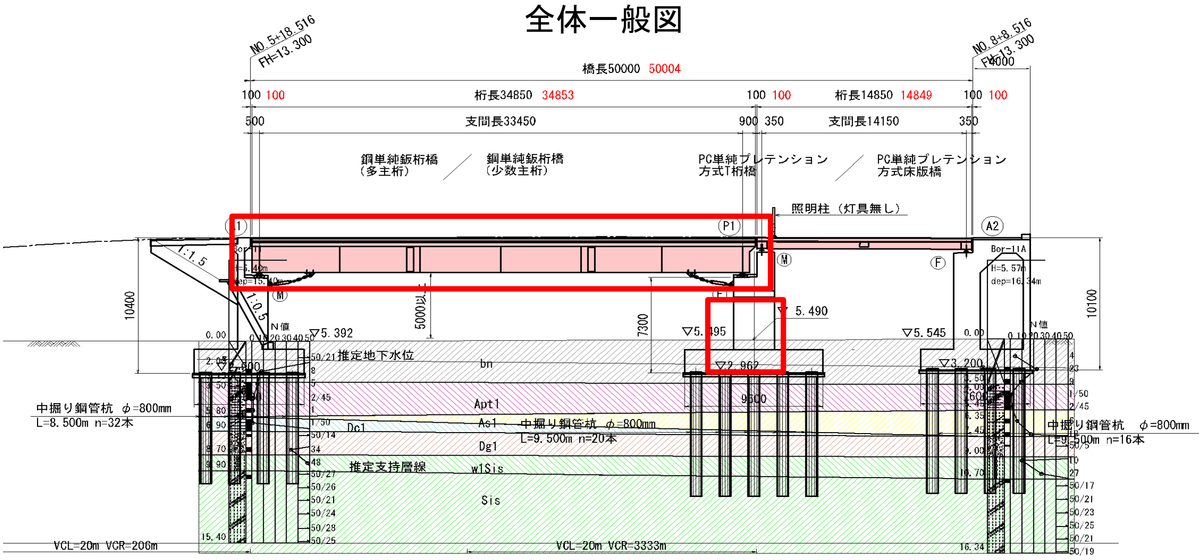


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　　計測対象部材：P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

試験方法（手順）		技術番号	BR010043
①	計測器のセット（写真-2：ドローン、PCタブレット）		
②	ドローンの飛行（写真-3：操縦者1名、写真-4：安全確認1名）		
③	ホバリング（写真-4：P1橋脚付近）		
④	飛行状況（写真-5：P1～A1間の防護柵側面を飛行）		
⑤	ホバリング後、P1～A1～P1の経路で飛行を確認した。（飛行距離：約50m（＝7.5＋35＋7.5））		

開発者による計測機器の設置状況


写真-2


写真-3


写真-4


写真-5

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※構造物近傍安定性能

構造物までの距離：1.0m

風速：4.1m/s

停止飛行時：水平移動無し

ホバリング：60秒間

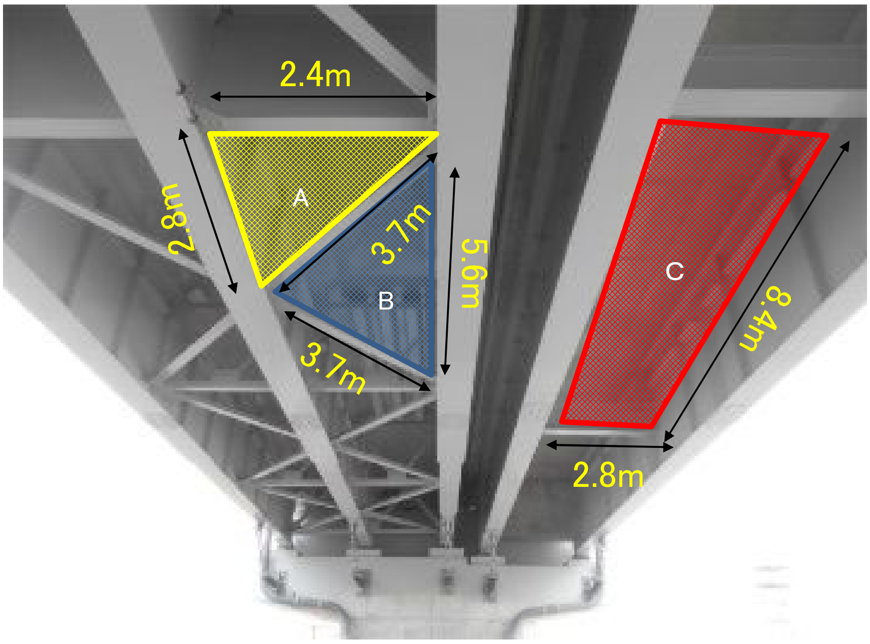
計測結果の比較		技術番号	BR010043

※進入可能性能

＜桁間に進入＞

風速：2.5m/s

5.6m×3.7m×3.7m進入可能（平面寸法B）



技術番号	BR010043

skydio2

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

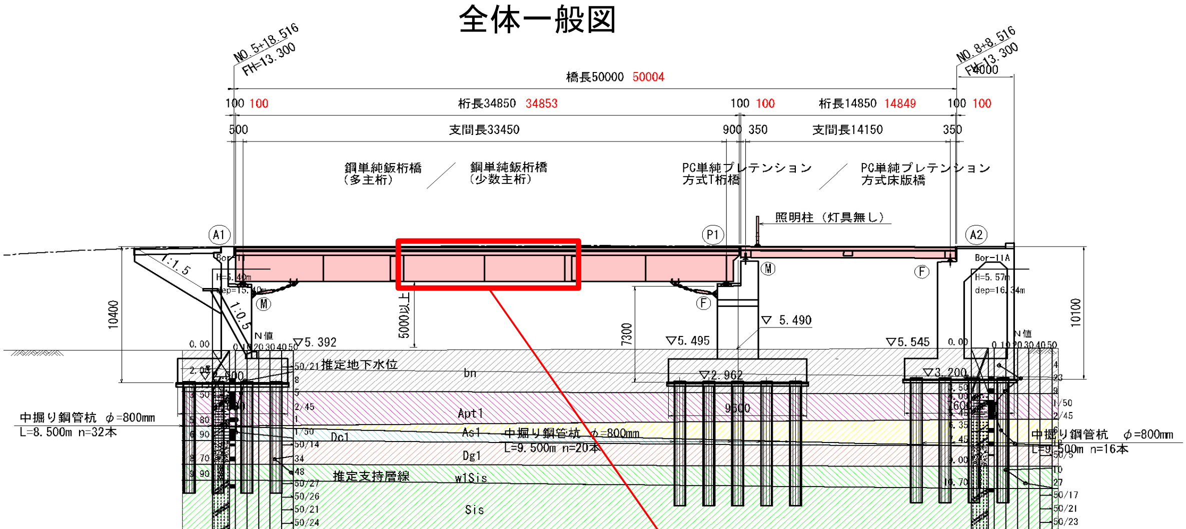
試験日	令和4年　3　月　10　日	天候	晴れ	気温	13.2　℃	風速	3.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

全体一般図



対象：鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁)
　　　鋼単純非合成鈑桁橋(少数主桁)
支間長：33．450m

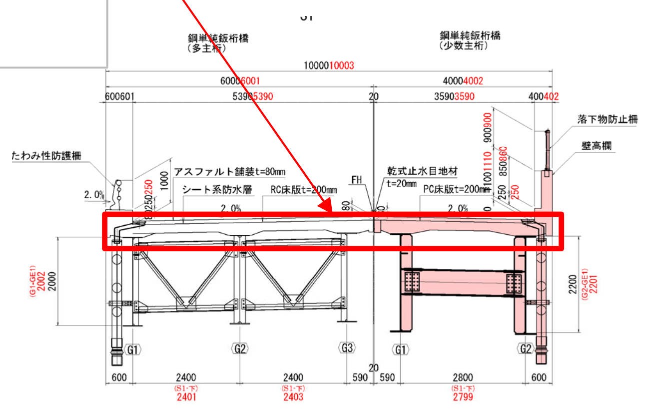


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　　計測対象部材：床版下面(上記　赤色内)

試験方法（手順）	技術番号	BR010043

①	計測器のセット（写真-2：ドローン、PCタブレット）
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：多主桁橋G2-G3間の床版撮影（写真-4）
④	撮影状況：多主桁橋G1-G2間の床版撮影（写真-5）
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像作成し、ひびわれを確認する。

開発者による計測機器の設置状況


写真-2


写真-3


写真-4


写真-5

■カメラ名称： Skydio2

■被写体距離： 1.0 m ■照度： 11.0～72.0 kLux ■風速： 2.5 m/s

■気温： 14.2 ℃

■焦点距離： 20 mm（35mm換算） ■シャッター速度： オート

■絞り： f 2.8（固定） ■ISO値： オート

■フォーカス： オート ■画像Pixel数：4056×3040

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）（写真-6）

鋼単純非合成鈑桁橋（少数主桁）（写真-7）

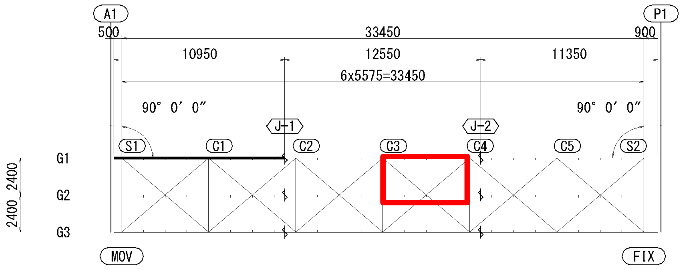
※撮影した画像（床版）からひびわれを確認する。（写真-6、写真-7）

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

①鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

配　置　図



画像は上下反転して見下げ図としている

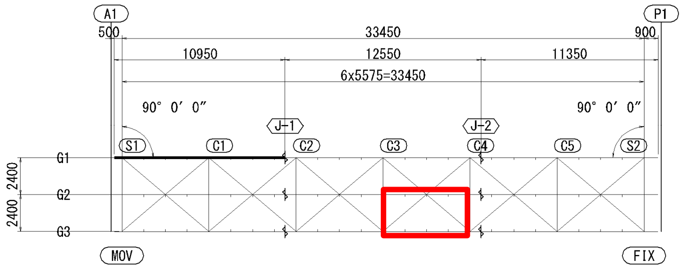
ひびわれ幅　凡例	
0.1～0.2 ミリメートル未満	
0.2～0.3 ミリメートル未満	
0.3 ミリメートル以上	

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

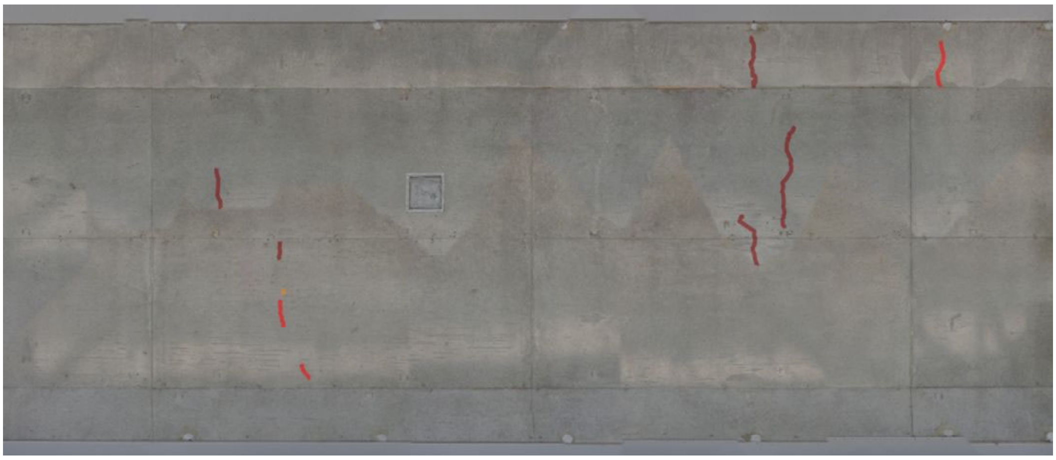
②鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）：床版（G2−G3間）

配　置　図



画像は上下反転して見下げ図としている

ひびわれ幅　凡例	
0.1～0.2 ミリメートル未満	
0.2～0.3 ミリメートル未満	
0.3 ミリメートル以上	

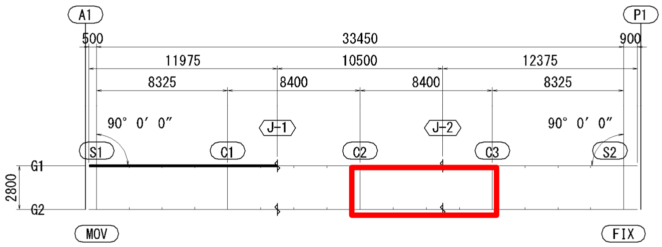


計測結果の比較	技術番号	BR010043

※計測結果

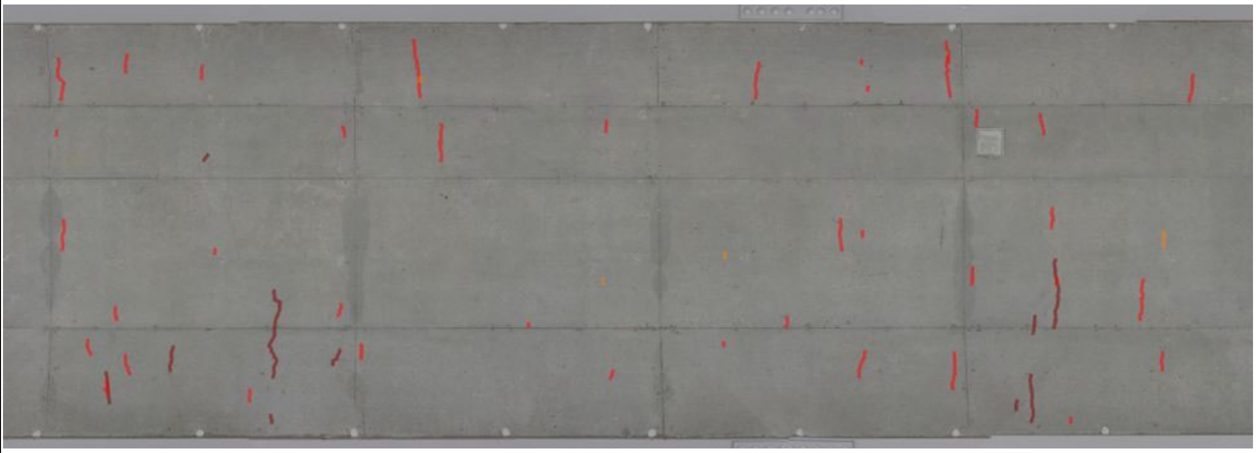
③鋼単純非合成鈑桁橋（少数主桁）（G1−G2間）

配　置　図



画像は上下反転して見下げ図としている

ひびわれ幅　凡例	
0.1～0.2 ミリメートル未満	
0.2～0.3 ミリメートル未満	
0.3 ミリメートル以上	



技術番号	BR010043

skydioX2E

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

試験日	令和4年　3　月　10　日	天候	晴れ	気温	13.2　℃	風速	3.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	撮影速度 最小・ひびわれ精度 色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3　〇:パネル)

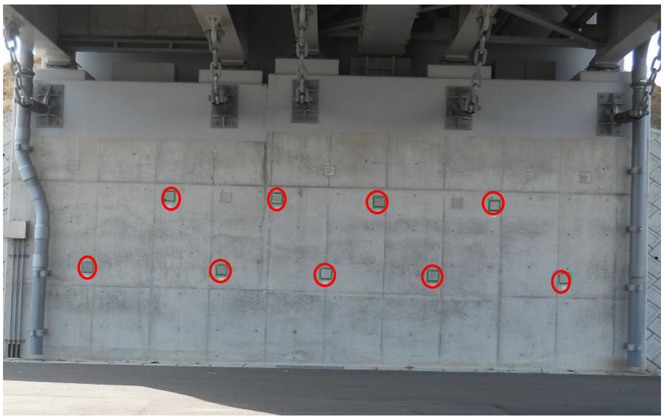


写真-1:A1橋台(9パネル)

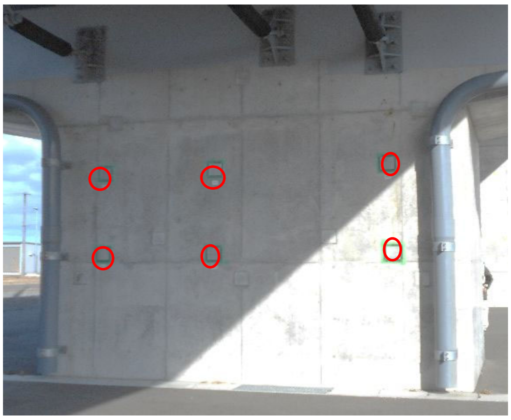


写真-2:P1橋脚(起点側)(6パネル)

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)

	B2 斜		B3 縦		B4 斜		B5 横	
F1 斜		F2 縦		F3 斜		F4 縦		F5 横

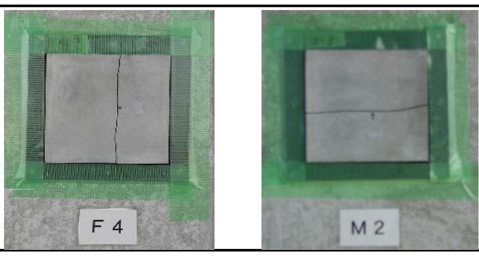


写真-3:パネル(抜粋　F4、M2)

P1橋脚(起点側)(正面左からの配置)(写真－2)

M4 縦	M5 横	M6 縦
M1 斜	M2 横	M3 横

試験方法（手順）	技術番号	BR010043

①	基準尺の設置（写真-5：スチールゲージ、クラックゲージ）
②	計測機器の搬入（写真-6：ドローン、コントロラー）
③	ドローンを飛行させ撮影し、タブレットモニータで映像を確認する。（写真-7：A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影）
④	撮影状況（写真-8：P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影）
⑤	撮影状況（写真-9、-10：カラーチャートを撮影）

開発者による計測機器の設置状況

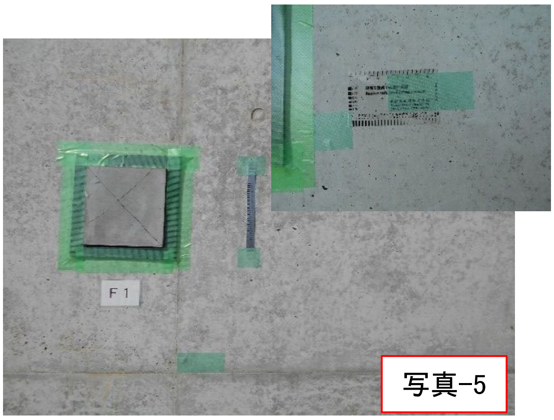


写真-5


写真-6


写真-7

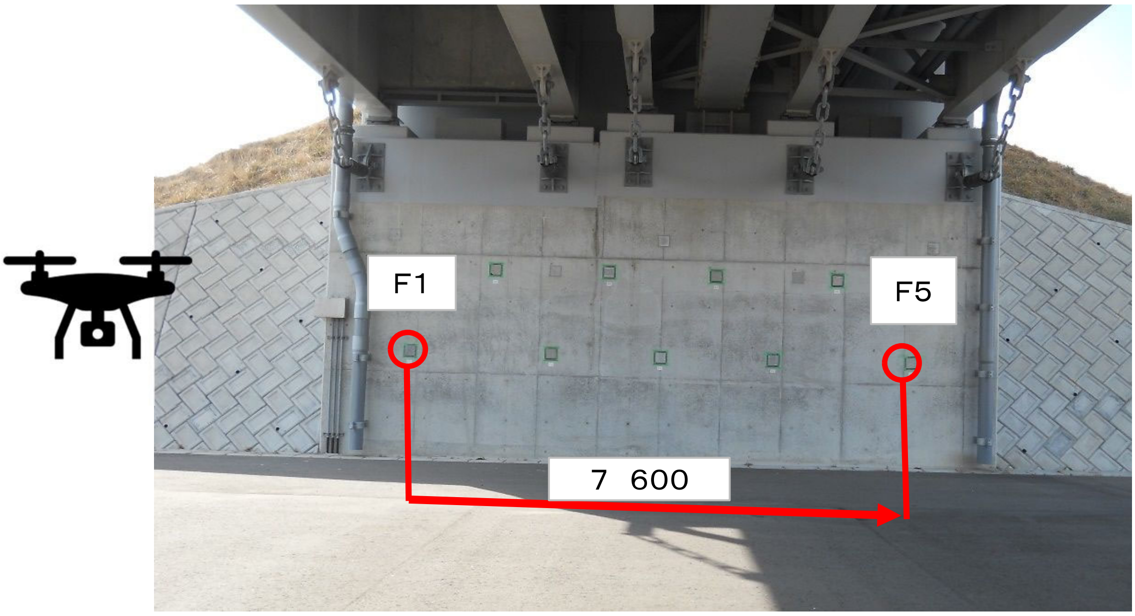

写真-8


写真-9


写真-10

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

※撮影速度



モルタルF1からF5間(飛行距離:7.6m)を通常撮影しながら移動して、移動に要した時間(秒)を計測する。

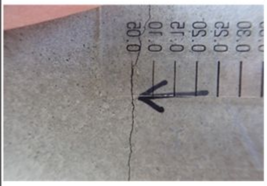
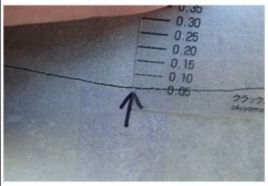
速度(撮影速度)＝7.6m÷所要時間(秒)

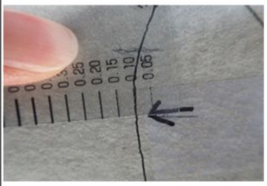
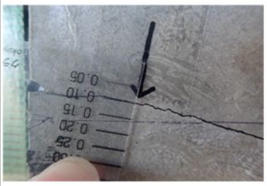
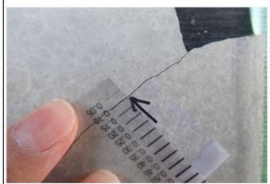
比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

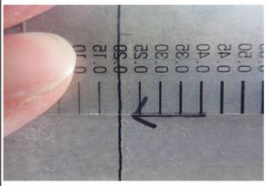
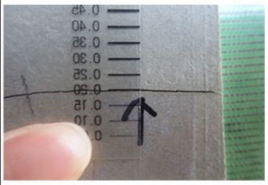
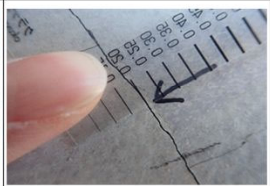
※最小ひびわれ幅・計測精度

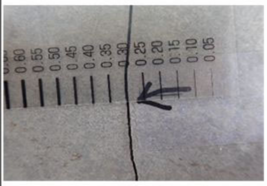
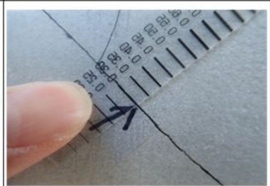
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

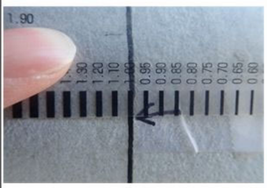
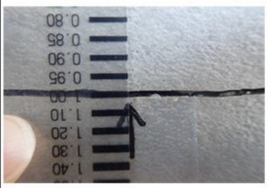
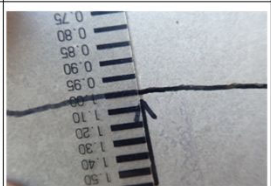
真値（ひびわれ幅）

チャート番号	F 2	F 5	B4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	M4	M5	F 1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	F 4	M2	B2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート（写真-11）を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚（K1）（写真-12）とA2橋台（K2）（写真-13）の2箇所

写真-11

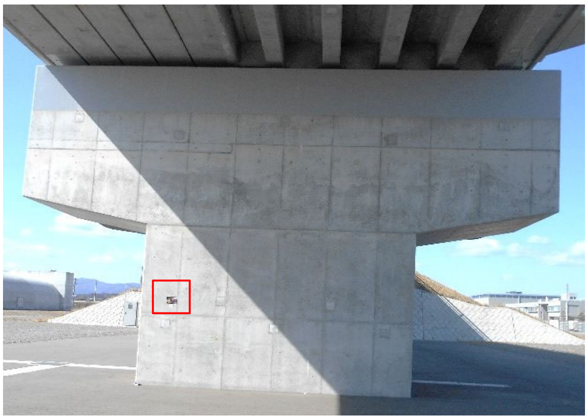


写真-12　□:K1

写真-13　□: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

計測結果の比較	技術番号	BR010043

※撮影速度

飛行距離:7.6m、撮影時間:2分(120秒)

撮影速度=7.6/120=0.063m/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: SkydioX2E

■被写体距離: 2.0 m　■照度: 10.7～60.4 kLux　■風速: 1.2～3.8 m/s

■気温: 11.7～15.0 ℃

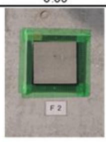
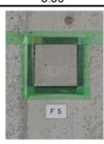
■焦点距離: 41 mm(35mm換算)　■シャッター速度: オート

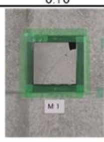
■絞り: f 2.2(固定)　■ISO値: オート

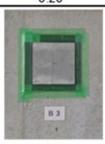
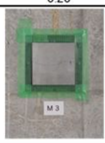
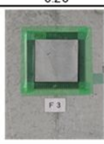
■フォーカス: オート　■画像Pixel数: 4056×3040

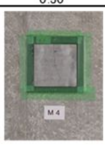
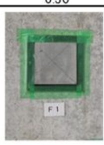
最小ひびわれ幅・計測精度　skydioX2E

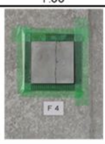
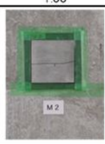
計測値

チャート番号	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
真値	0.10	0.10	0.10
撮影画像			
計測値	0.3	0.2	0.2

チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
真値	0.20	0.20	0.20
撮影画像			
計測値	0.5	0.2	0.3

チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
真値	0.30	0.30	0.30
撮影画像			
計測値	0.5	0.2	0.4

チャート番号	F4	M2	B2
方向	縦	横	斜
真値	1.00	1.00	1.00
撮影画像			
計測値	1.0	1.0	1.1

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.150000000
0.1mm	0.141421356
0.2mm	0.182574186
0.3mm	0.141421356
1.0mm	0.057735027

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※色識別性能

■カメラ名称： SkydioX2E

■被写体距離： 2.0 m　■照度： 17.0～22.8 kLux　■風速： 3.2 m/s

■気温： 12.3 ℃

■焦点距離： 41 mm（35mm換算）　■シャッター速度： オート

■絞り： f 2.2（固定）　■ISO値： オート

■フォーカス： オート　■画像Pixel数： 4056×3040

①②③④⑤⑥

A B C D

立会者撮影

K1：開発者撮影

K2：開発者撮影

K1：計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	10	41	11	43	13
A-2	80	35	80	34	78	39
A-3	122	68	118	67	116	70
A-4	161	116	157	117	154	121
A-5	202	149	198	151	195	155
A-6	249	189	242	188	238	190
B-1	25	4	55	15	135	95
B-2	57	21	146	103	64	31
B-3	186	143	26	17	51	28
B-4	245	186	205	157	0	3
B-5	192	152	75	35	145	113
B-6	0	1	127	87	159	122
C-1	238	185	158	121	25	12
C-2	157	119	188	145	54	21
C-3	83	42	58	16	106	62
C-4	195	162	79	37	95	51
C-5	58	20	88	38	159	120
C-6	222	162	118	73	32	10
D-1	112	61	76	34	60	27
D-2	197	150	145	109	125	90
D-3	87	37	120	68	155	123
D-4	82	34	106	54	60	19
D-5	126	74	125	76	174	137
D-6	98	49	187	154	166	140

K2：計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	22	41	20	43	25
A-2	80	40	80	41	78	45
A-3	122	68	118	69	116	74
A-4	161	115	157	114	154	120
A-5	202	151	198	151	195	159
A-6	249	187	242	187	238	195
B-1	25	13	55	20	135	101
B-2	57	22	146	103	64	37
B-3	186	142	26	20	51	33
B-4	245	184	205	156	0	12
B-5	192	150	75	35	145	113
B-6	0	1	127	87	159	112
C-1	238	181	158	122	25	21
C-2	157	115	188	142	54	25
C-3	83	42	58	18	106	66
C-4	195	159	79	38	95	55
C-5	58	23	88	39	159	122
C-6	222	161	118	75	32	18
D-1	112	58	76	36	60	30
D-2	197	147	145	105	125	93
D-3	87	41	120	63	155	121
D-4	82	39	106	55	60	28
D-5	126	72	125	72	174	134
D-6	98	44	187	145	166	135

技術番号	BR010043

skydioX2E

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術 (Skydio)	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

試験日	令和4年　3　月　10　日	天候	晴れ	気温	13.2　℃	風速	3.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	長さ計測精度 位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

・A2橋台竪壁前面にマーカを3箇所設置する。（写真-1）

・P1の座標（0, 0)を基準（原点）とし、P3を既知点としP2の座標（x、y）及びP1－P2間の距離を計測する。

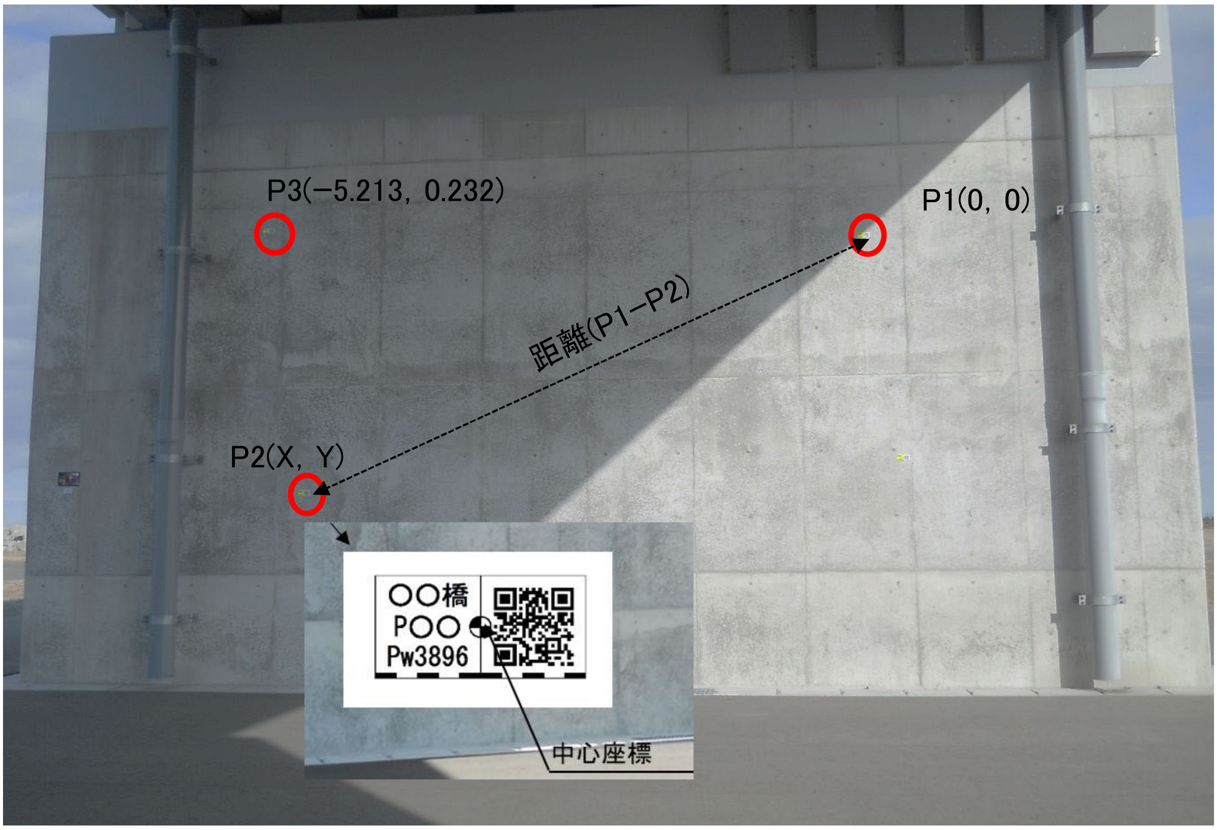


写真-1

試験方法(手順)		技術番号	BR010043
①	計測器のセット(写真-2:ドローン)		
②	計測器のセット(写真-3:ドローン搭載カメラ)		
③	②と同時にPCのモニターで撮影データを確認する。		
④	撮影状況(写真-5、6:A2橋台配置のマーカ3点を撮影)		
⑤	後日、オルソ画像を作成し、P2座標、P1-P2の距離を算出する。		

開発者による計測機器の設置状況

写真-2

写真-3

写真-

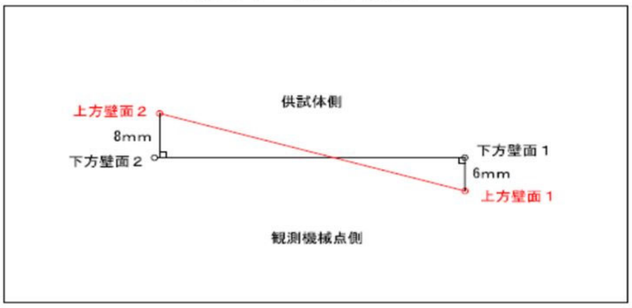
写真-5

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

※長さ計測精度/位置精度

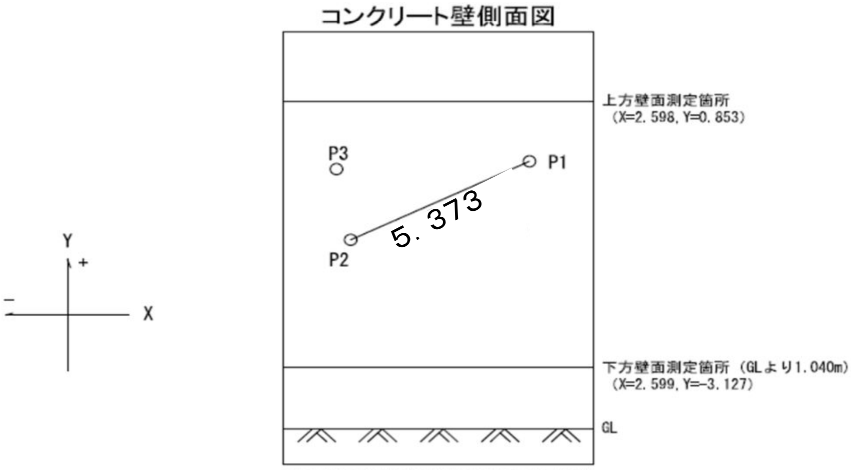
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1−P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	−4.830	−2.353	0.001
P3	−5.213	0.232	−0.005

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称： SkydioX2E

■被写体距離： 2.0、3.0、4.0　m　■照度： 15.5～65.9　kLux　■風速： 1.8～5.0　m/s

■気温： 13.2　℃

■焦点距離： 41 mm(35mm換算）　■シャッター速度： オート

■絞り： f　2.2(固定）　■ISO値： オート

■フォーカス： オート　■画像Pixel数：4056×3040

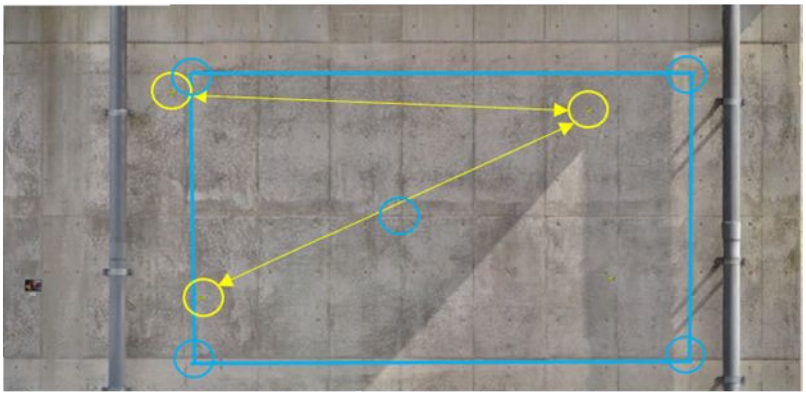


写真-6　オルソ画像

コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離(P1−P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P1	0.000			0.000			0.000			
P2	-4.830	-4.829	-0.001	-2.353	-2.353	0.000	0.001	5.373	5.372	99.98%
P3	-5.213	-5.213		0.232	0.232		-0.005			

技術番号	BR010043

skydioX2E

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

試験日	令和4年　3　月　10　日	天候	晴れ	気温	13.2　℃	風速	3.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	構造物近傍安定性能 進入可能性能

対象構造物の概要

全体一般図

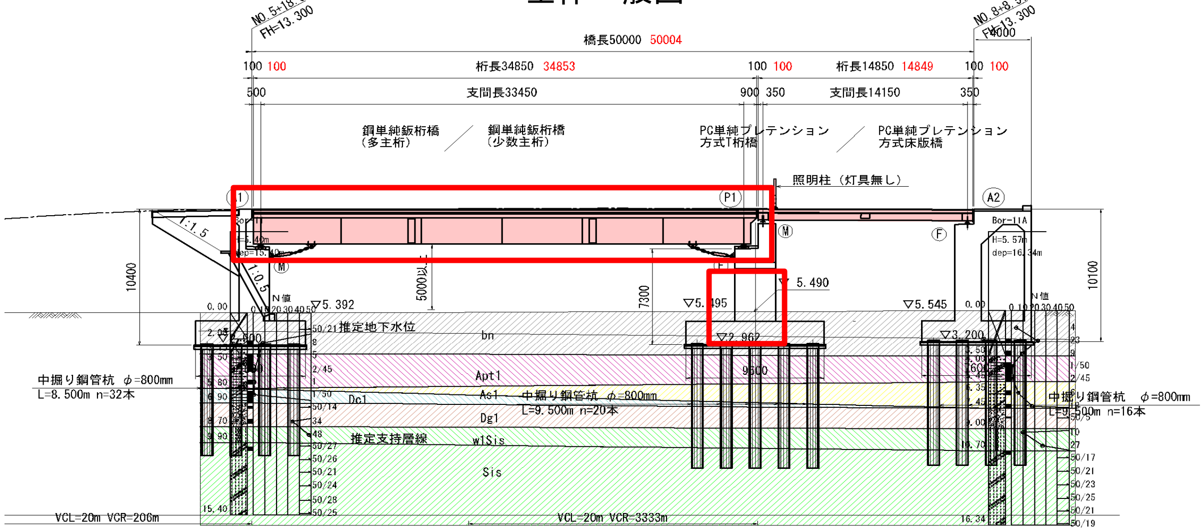


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　　　計測対象部材：P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

試験方法(手順)		技術番号	BR010043
①	計測器のセット(写真−2:ドローン、PCタブレット)		
②	ドローンの飛行(写真−3:操縦者1名、、安全確認1名)		
③	ホバリング(写真−4:P1橋脚付近)		
④	飛行状況(写真−5:P1～A1間の防護柵側面を飛行)		
⑤	ホバリング後、P1～A1～P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(＝7.5＋35＋7.5))		

開発者による計測機器の設置状況


写真−2


写真−3


写真−4


写真−5

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※構造物近傍安定性能

構造物までの距離：1.5m

風速：4.1m/s

停止飛行時：水平移動無し

ホバリング：60秒間

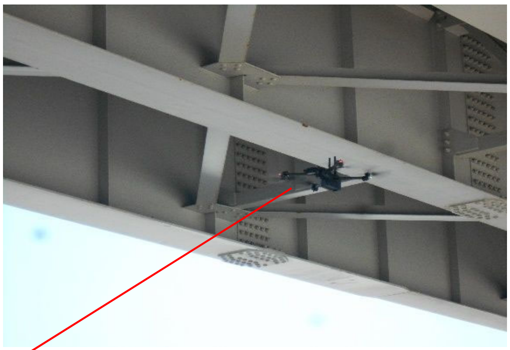
計測結果の比較		技術番号	BR010043

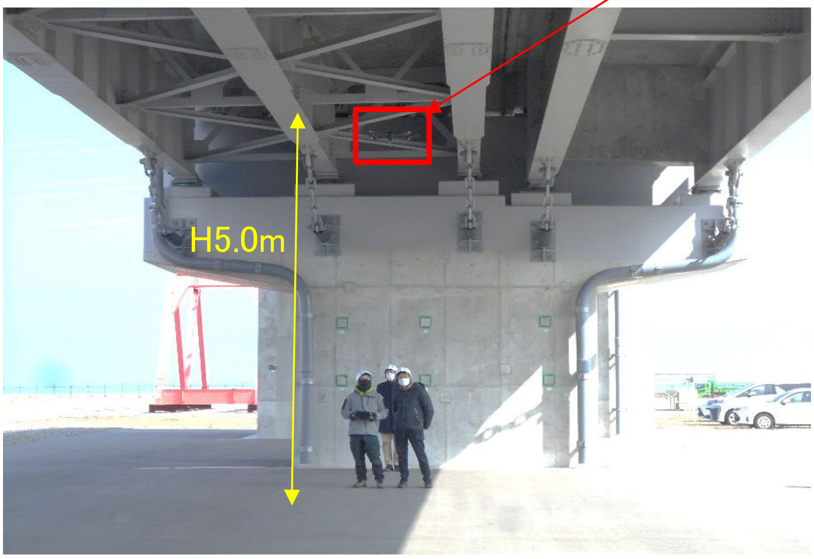
※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速：2.5m/s

桁下空間：高さ5.0m進入可能





技術番号	BR010043

skydioX2E

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

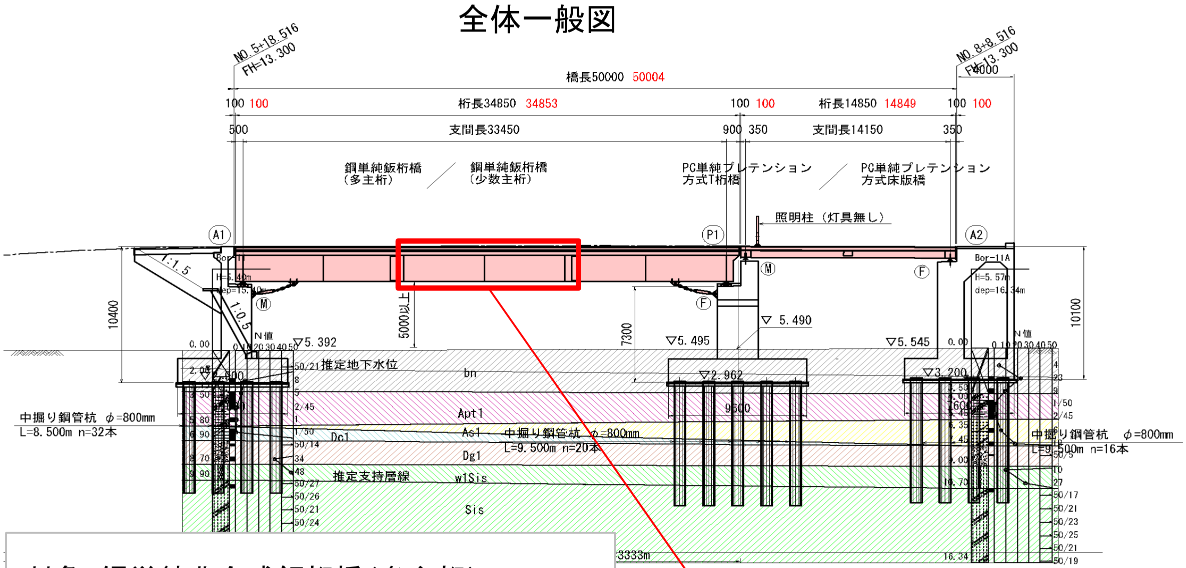
試験日	令和4年　3　月　10　日	天候	晴れ	気温	13.2　℃	風速	3.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

全体一般図



対象：鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁)
　　　鋼単純非合成鈑桁橋(少数主桁)

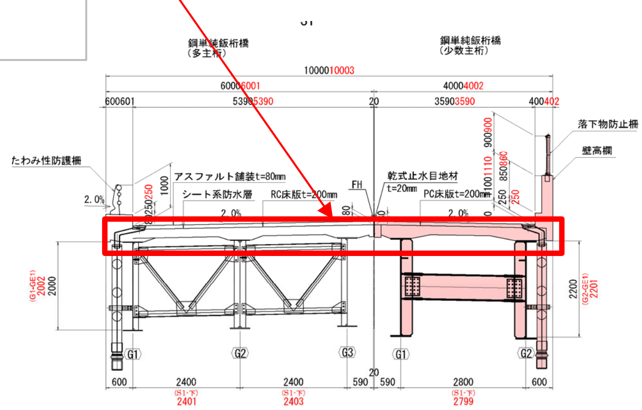


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　　計測対象部材：床版下面(上記　赤色内)

試験方法（手順）		技術番号	BR010043
①	計測器のセット（写真-2：ドローン、コントローラ）		
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：多主桁橋G2-G3間の床版撮影（写真-4）		
④	撮影状況：多主桁橋G1-G2間の床版撮影（写真-5）		
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像作成し、ひびわれを確認する。		

開発者による計測機器の設置状況


写真-2


写真-3


写真-4


写真-5

■カメラ名称： SkydioX2E

■被写体距離： 3.0 m　■照度： 8.9～72.5 kLux　■風速： 2.5 m/s

■気温： 12.6 ℃

■焦点距離： 41 mm（35mm換算）　■シャッター速度： オート

■絞り： f 2.2（固定）　■ISO値： オート

■フォーカス： オート　■画像Pixel数： 4056×3040

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）（写真−6）

鋼単純非合成鈑桁橋（少数主桁）（写真−7）

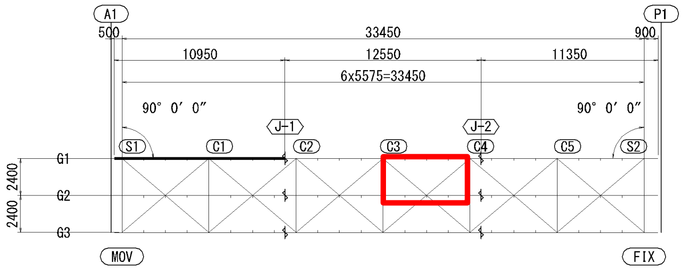
※撮影した画像（床版）からひびわれを確認する。（写真−6、写真−7）

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

①鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）：床版（G1-G2間）

配　置　図



画像は上下反転して見下げ図としている

ひびわれ幅　凡例

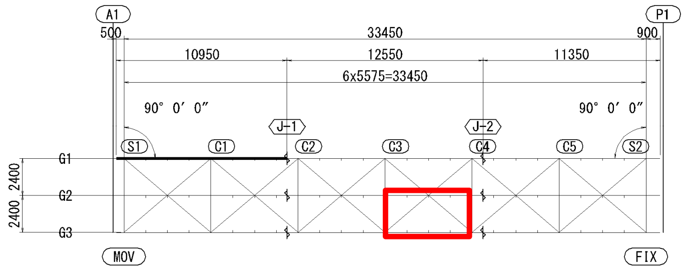
0.1～0.2 ミリメートル未満	
0.2～0.3 ミリメートル未満	
0.3 ミリメートル以上	

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

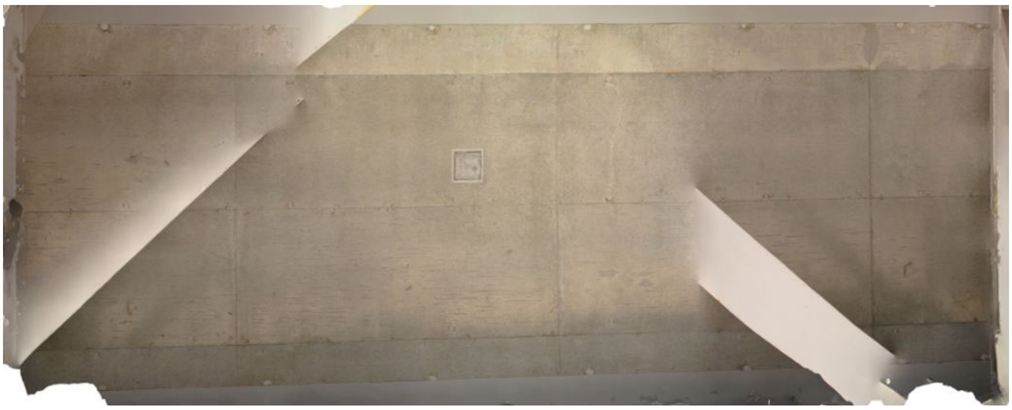
②鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）：床版（G2-G3間）

配　置　図



画像は上下反転して見下げ図としている

ひびわれ幅　凡例	
0.1～0.2 ミリメートル未満	
0.2～0.3 ミリメートル未満	
0.3 ミリメートル以上	

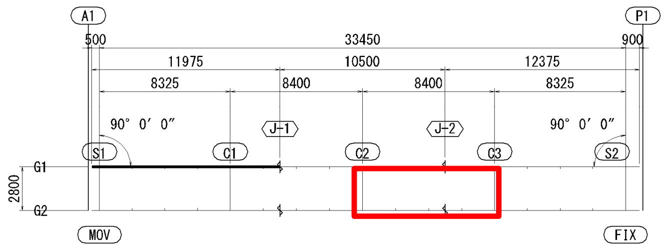


計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

③鋼単純非合成鈑桁橋(少数主桁) (G1-G2間)

配　置　図



画像は上下反転して見下げ図としている

ひびわれ幅　凡例

0.1～0.2 ミリメートル未満	
0.2～0.3 ミリメートル未満	
0.3 ミリメートル以上	

技術番号	BR010043

Skydio2＋

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

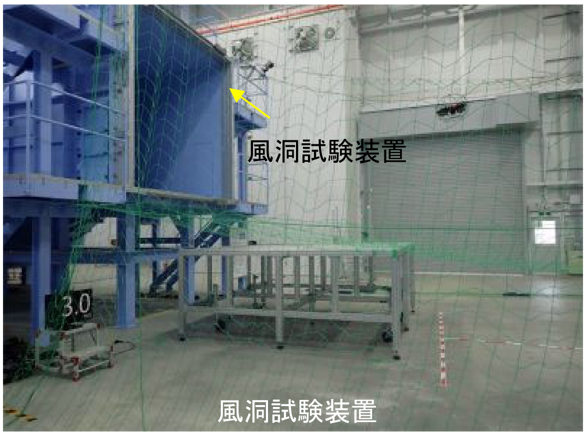
試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	26.3　℃	風速	－　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド風洞棟						

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

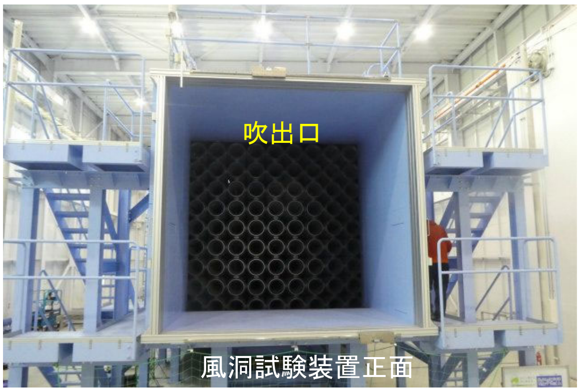
使用施設：福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞試験装置

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



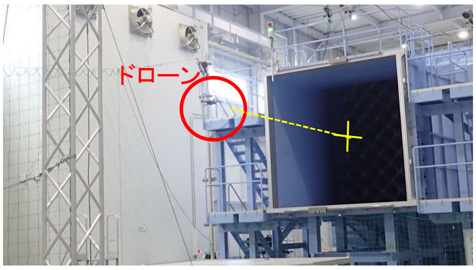
風洞試験装置正面

一定の風速（3m/s、5m/s、8m/s）で、突風を発生させる。

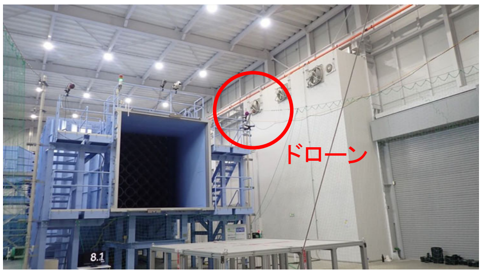
試験方法（手順）		技術番号	BR010043
①	ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカーを貼り付ける。（写真−1）		
②	吹出口の中心付近高度でドローンを正面向きでホバリングする。（写真−2）		
③	ホバリング状態で、正面から風速3m/sの突風を発生させ、ドローンの移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。		
④	②、③について、ドローンを横向き（側面）にホバリングし、同様の測定を実施する。		
⑤	②〜④について、風速5m/sおよび8m/sの場合も同様に実施する。（写真−3、写真−4：風速8m/s）		

開発者による計測機器の設置状況

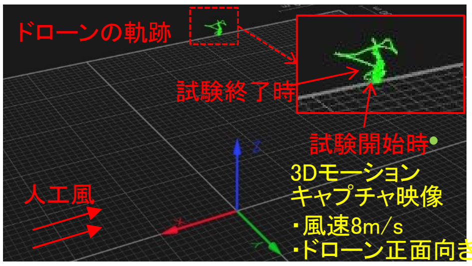
写真−1



写真−2

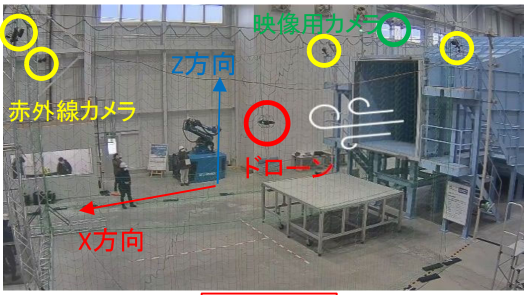


写真−3

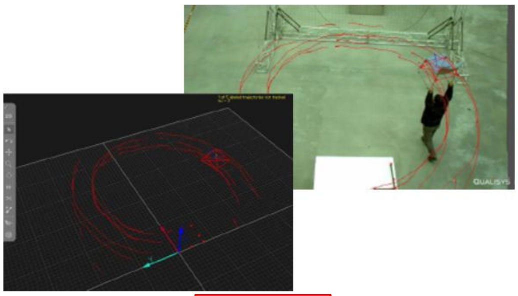


写真−4

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）

計測結果の比較	技術番号	BR010043

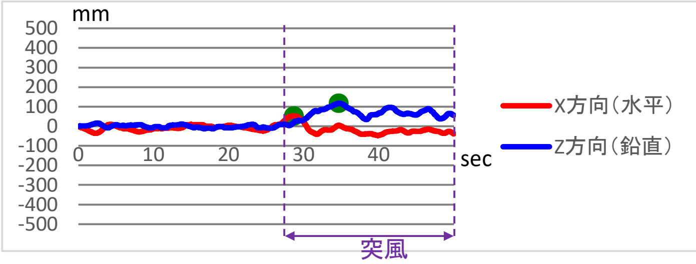
※安定性能

風速：3.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　5cm

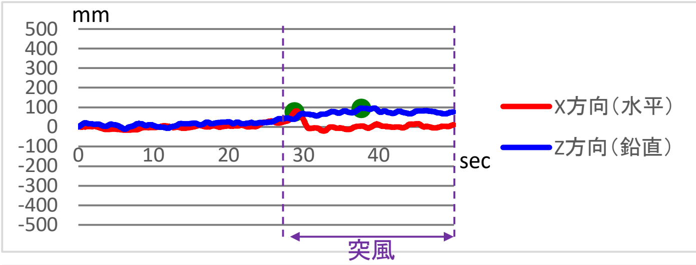
鉛直方向　最大移動量　12cm



側面

水平方向　最大移動量　8cm

鉛直方向　最大移動量　10cm

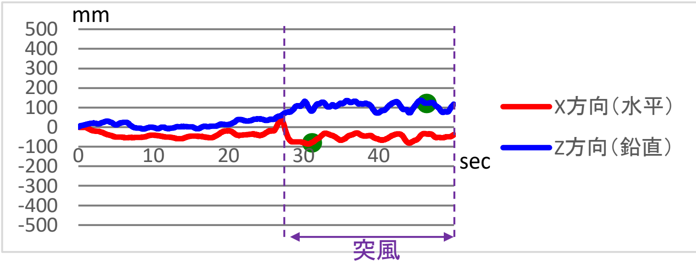


風速：5.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　9cm

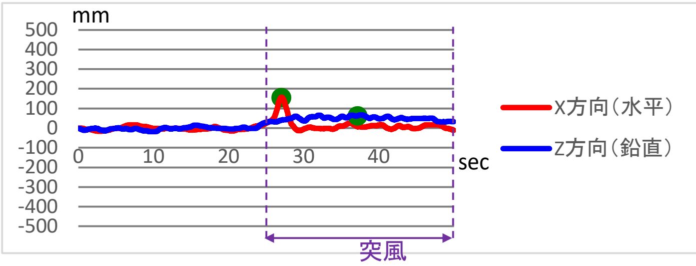
鉛直方向　最大移動量　14cm



側面

水平方向　最大移動量　16cm

鉛直方向　最大移動量　7cm

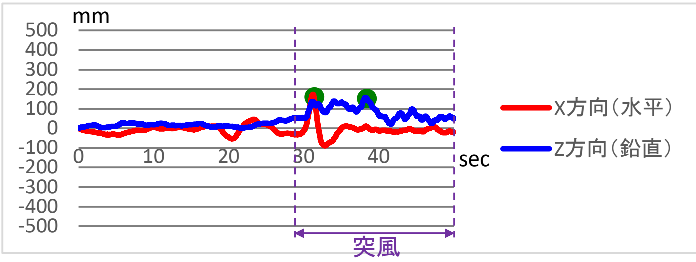


風速：8.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　17cm

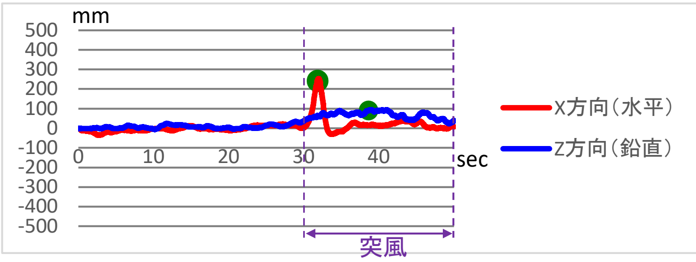
鉛直方向　最大移動量　16cm



側面

水平方向　最大移動量　25cm

鉛直方向　最大移動量　9cm



技術番号	BR010043

Skydio2＋

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社（docomo business）

試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	33.3　℃	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」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。（写真-1、2、3　○：パネル）

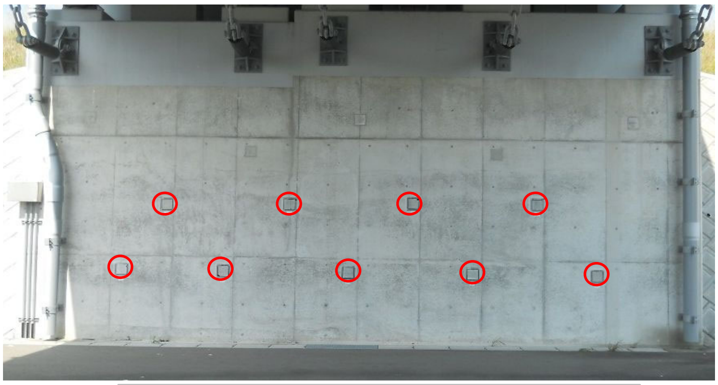


写真-1：A1橋台（9パネル）

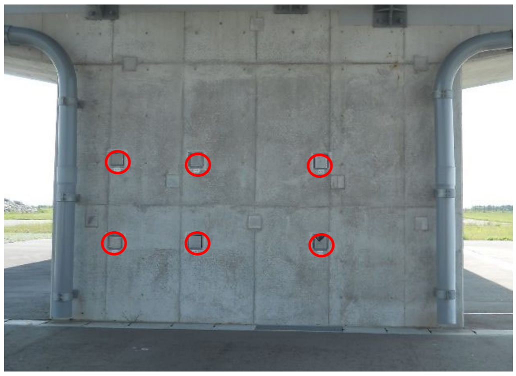


写真-2：P1橋脚（起点側）（6パネル）

パネル番号（チャート番号）とひびわれ方向（縦、横、斜）

A1橋台（正面左からの配置（写真-1））

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

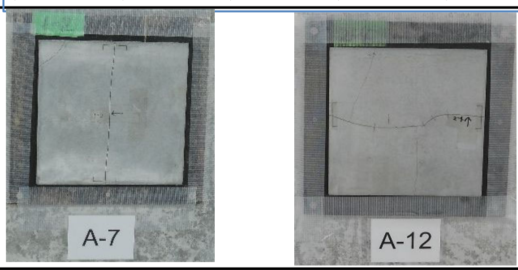


写真-3：パネル（抜粋　A-7、A-12）

P1橋脚（正面左からの配置（写真-2））

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

試験方法（手順）		技術番号	BR010043
①	機器の搬入（ドローンSkydio2＋、コントローラ）（写真-4）		
②	測定状況（A1橋台竪壁部には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k-1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

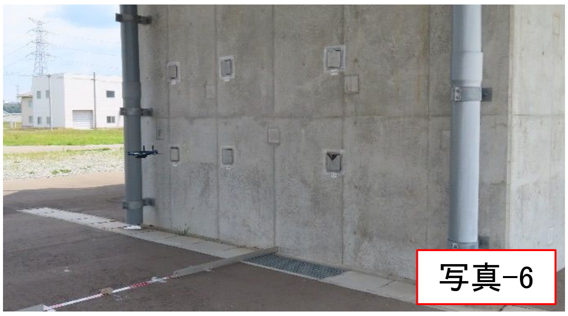


写真-6

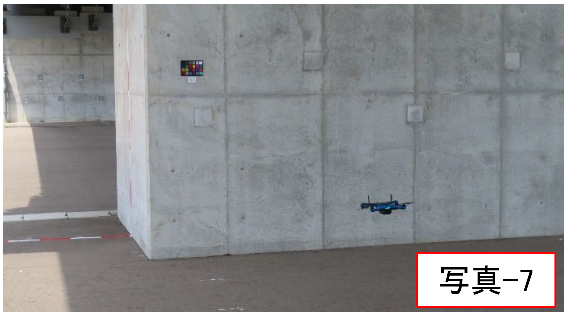


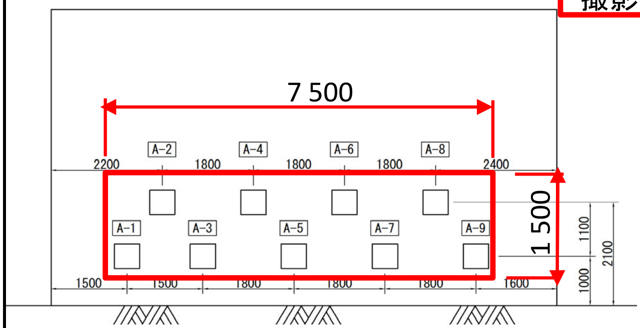
写真-7

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

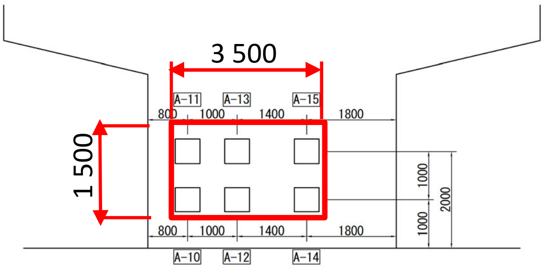
※撮影速度

A1橋台

撮影範



P1橋脚



撮影面積（7．5×1．5＋3．5×1．5＝16．5m²）を通常撮影しながら移動して、撮影に要した時間（秒）を計測する。

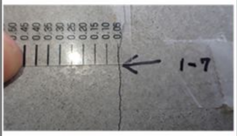
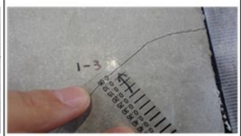
速度（撮影速度）＝16．5m²÷所要時間（秒）

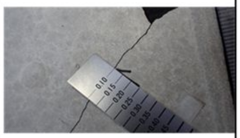
比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

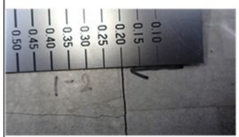
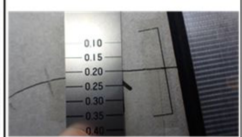
※最小ひびわれ幅・計測精度

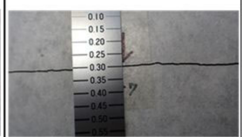
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

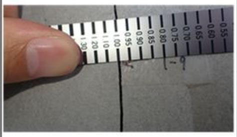
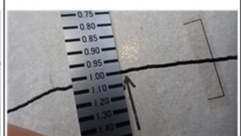
真値（ひびわれ幅）

チャート番号	A-9	A-2	A-11
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A-8	A-10	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-7	A-12	A-1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A-13	A-15	A-14
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-4	A-5	A-3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

技術番号	BR010043

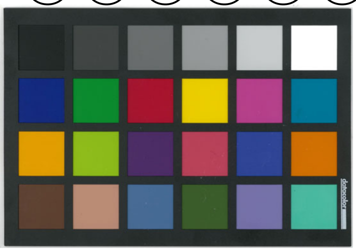
※色識別性能

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。

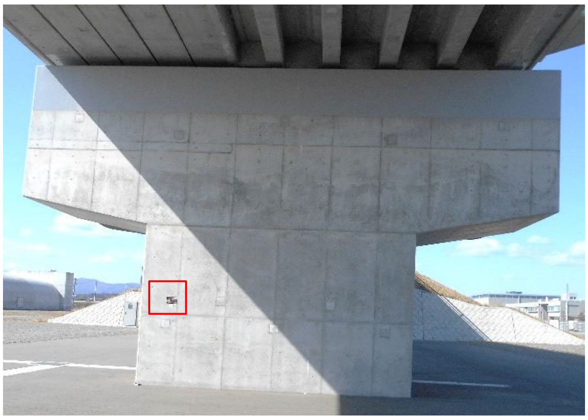
配置はP1橋脚（K−1）（写真−9）とA2橋台（K−2）（写真−10）の2箇所

①②③④⑤⑥

A
B
C
D



写真−8



写真−9　□：K−1

写真−10　□：K−2

真　　値

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

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※撮影速度

撮影面積:16.5m^2、撮影時間:A1(3分47秒)、P1(2分31秒)=6分18秒=378秒(378sec)

撮影速度=16.5/378=0.044m^2/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:SONY IMX577

■被写体距離:1　m　■照度:4.94～17.8　kLux　■風速:　0.0～4.0　m/s

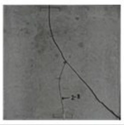
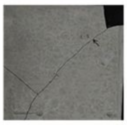
■気温:　33.3 ℃

■焦点距離:　20mm(35mm判換算)　■シャッター速度:　1/332～1/2368秒(オート設定)

■絞り:　f　2.8(固定)　■ISO値:100(オート設定)

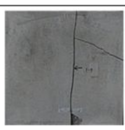
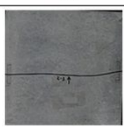
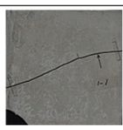
■フォーカス:AF(オート設定)　■画像Pixel数:　4056 x 3040

チャート番号	A-9	A-2	A-11
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-8	A-10	A-6
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-7	A-12	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	0.2

チャート番号	A-13	A-15	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.3	0.3	0.4

チャート番号	A-4	A-5	A-3
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.9	1.0	1.0

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

計測結果の比較	技術番号	BR010043

※色識別性能(K-1)

■カメラ名称:SONY IMX577

■被写体距離:2　m　■照度:15.1～18.6　kLux　■風速:　0.0～10.5　m/s

■気温:　32.0 ℃

■焦点距離:　20mm(35mm判換算)　■シャッター速度:　1/582～1/1661秒(オート設定)

■絞り:　f　2.8(固定)　■ISO値:100(オート設定)

■フォーカス:AF(オート設定)　■画像Pixel数:　4056 x 3040

①②③④⑤⑥

A
B
C
D

立会者撮影

K1:開発者撮影

K1:オルソ画像

K1:計測比較

K1:開発者撮影

	R値		G値		B 値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	4	41	4	43	6
A-2	80	16	80	17	78	21
A-3	122	35	118	39	116	42
A-4	161	62	157	65	154	70
A-5	202	96	198	101	195	105
A-6	249	125	242	130	238	136
B-1	25	2	55	4	135	52
B-2	57	14	146	56	64	18
B-3	186	78	26	5	51	12
B-4	245	119	205	99	0	0
B-5	192	91	75	15	145	61
B-6	0	0	127	48	159	71
C-1	238	113	158	64	25	5
C-2	157	63	188	87	54	11
C-3	83	29	58	6	106	34
C-4	195	94	79	18	95	31
C-5	58	9	88	19	159	70
C-6	222	104	118	40	32	4
D-1	112	36	76	15	60	12
D-2	197	93	145	58	125	52
D-3	87	18	120	38	155	71
D-4	82	20	106	29	60	10
D-5	126	40	125	40	174	90
D-6	98	27	187	99	166	88

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	14	43	16
A-2	80	23	80	24	78	28
A-3	122	38	118	43	116	46
A-4	161	80	157	85	154	91
A-5	202	120	198	120	195	130
A-6	249	152	242	157	238	163
B-1	25	13	55	20	135	66
B-2	57	12	146	68	64	23
B-3	186	102	26	0	51	11
B-4	245	146	205	124	0	12
B-5	192	115	75	9	145	75
B-6	0	2	127	55	159	95
C-1	238	126	158	75	25	18
C-2	157	75	188	101	54	12
C-3	83	34	58	0	106	39
C-4	195	122	79	11	95	28
C-5	58	0	88	13	159	91
C-6	222	127	118	47	32	0
D-1	112	42	76	27	60	24
D-2	197	110	145	72	125	63
D-3	87	11	120	38	155	91
D-4	82	16	106	31	60	0
D-5	126	45	125	42	174	111
D-6	98	31	187	121	166	111

計測結果の比較	技術番号	BR010043

※色識別性能(K-2)

■カメラ名称:SONY IMX577

■被写体距離:2　m　■照度:9.80～13.5　kLux　■風速:　0.0～11.7　m/s

■気温:　32.0 ℃

■焦点距離:　20mm(35mm判換算)　■シャッター速度:　1/582～1/1661秒(オート設定)

■絞り:　f　2.8(固定)　■ISO値:100(オート設定)

■フォーカス:AF(オート設定)　■画像Pixel数:　4056 x 3040

①②③④⑤⑥

A
B
C
D

立会者撮影

K2:開発者撮影

K2:オルソ画像

K2:計測比較

K2:開発者撮影

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	10	41	10	43	12
A-2	80	23	80	23	78	23
A-3	122	49	118	50	116	54
A-4	161	77	157	80	154	85
A-5	202	116	198	117	195	121
A-6	249	145	242	144	238	150
B-1	25	5	55	12	135	67
B-2	57	20	146	70	64	19
B-3	186	101	26	8	51	18
B-4	245	143	205	122	0	7
B-5	192	113	75	21	145	72
B-6	0	5	127	62	159	92
C-1	238	133	158	81	25	6
C-2	157	81	188	110	54	17
C-3	83	39	58	9	106	43
C-4	195	118	79	26	95	41
C-5	58	11	88	25	159	86
C-6	222	124	118	53	32	9
D-1	112	43	76	22	60	17
D-2	197	114	145	71	125	64
D-3	87	25	120	47	155	86
D-4	82	27	106	39	60	15
D-5	126	55	125	47	174	107
D-6	98	36	187	118	166	106

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	21	41	22	43	27
A-2	80	38	80	39	78	44
A-3	122	66	118	65	116	71
A-4	161	112	157	110	154	121
A-5	202	143	198	143	195	151
A-6	249	174	242	177	238	186
B-1	25	11	55	17	135	93
B-2	57	28	146	99	64	31
B-3	186	131	26	19	51	35
B-4	245	176	205	148	0	15
B-5	192	138	75	30	145	105
B-6	0	1	127	81	159	118
C-1	238	166	158	113	25	21
C-2	157	109	188	135	54	25
C-3	83	56	58	20	106	64
C-4	195	144	79	33	95	52
C-5	58	23	88	39	159	117
C-6	222	151	118	69	32	21
D-1	112	58	76	38	60	37
D-2	197	135	145	97	125	84
D-3	87	41	120	67	155	118
D-4	82	44	106	56	60	34
D-5	126	80	125	68	174	132
D-6	98	49	187	141	166	130

技術番号	BR010043

Skydio2＋

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術 (Skydio)	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社 (docomo business)

試験日	令和6年 7 月 4 日	天候	晴れ	気温	32.0 ℃	風速	11.7 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橋台竪壁前面にマーカを3箇所設置する。(写真-1)

・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点としP2の座標(x、y)及びP1－P2間の距離を計測する。

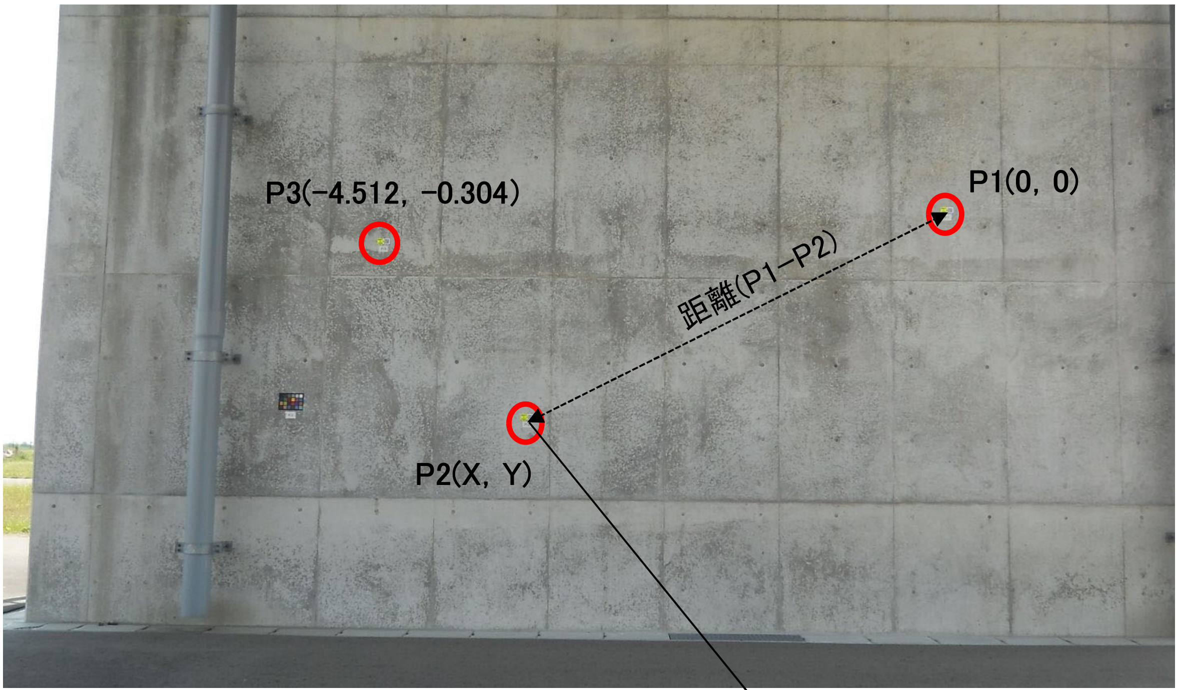


写真-1

マーカー座標

試験方法（手順）		技術番号	BR010043

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：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

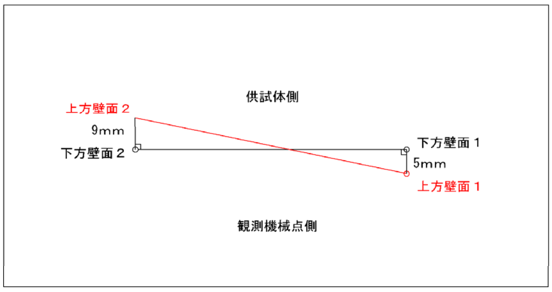

写真-5

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

※長さ計測精度/位置精度

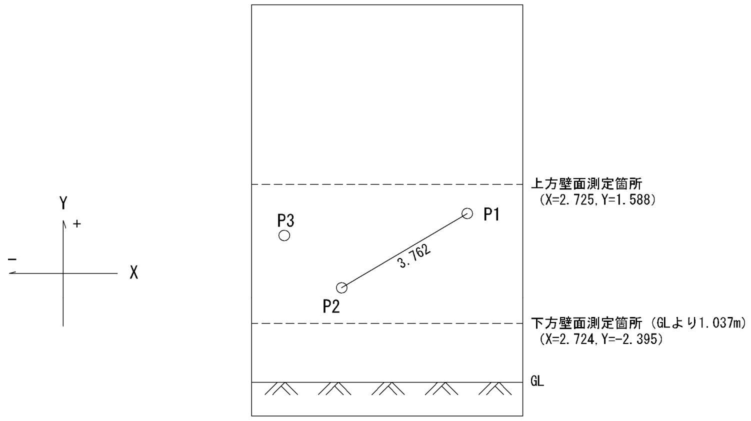
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※Ｘ軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1−P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカー座標値

点　名	Ｘ座標	Ｙ座標	Ｚ座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	−3.339	−1.733	0.002
P3	−4.512	−0.304	0.003

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称:SONY IMX577

■被写体距離:2　m　■照度:9.80～13.5　kLux　■風速:　0.0～11.7　m/s

■気温:　32.0 ℃

■焦点距離:　20mm(35mm判換算)　■シャッター速度:　1/582～1/1661秒(オート設定)

■絞り:　f　2.8(固定)　■ISO値:100(オート設定)

■フォーカス:AF(オート設定)　■画像Pixel数:　4056 x 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	-3.339	-3.338	-0.001	-1.733	-1.707	-0.026	3.762	3.749	99.7%
P3	-4.512	-4.512		-0.304	-0.304				

技術番号	BR010043

Skydio2＋

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社(docomo business)

試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	31.4　℃	風速	2.3　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

カタログ分類	画像計測技術　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

全体一般図

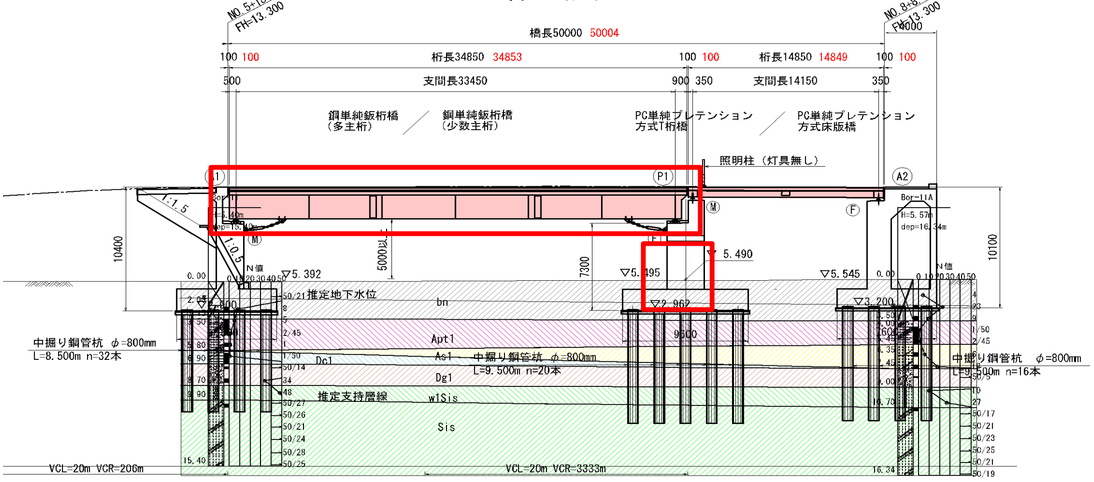


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　計測対象部材：P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

試験方法(手順)		技術番号	BR010043
①	機器の搬入(ドローン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

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※構造物近傍安定性能

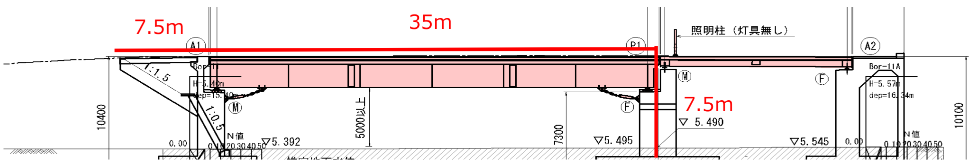
構造物までの距離：0.5m

風速：2.3m/s

停止飛行時：水平移動無し

ホバリング：60秒間

※可動範囲：50m（飛行距離：50m（＝7.5＋35＋7.5））



計測結果の比較		技術番号	BR010043

※進入可能性能

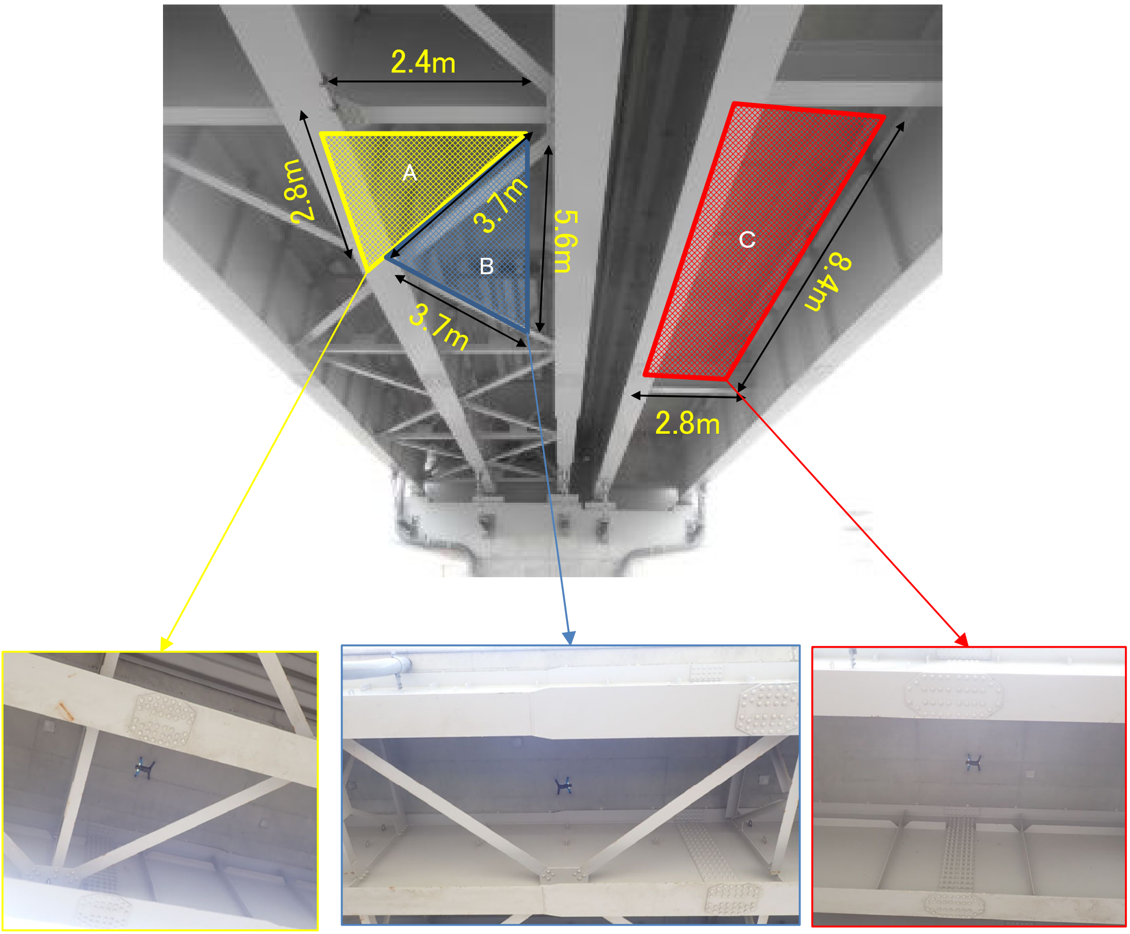
<桁間に進入>

風速：2.3m/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	BR010043

Skydio2＋

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社（docomo business）

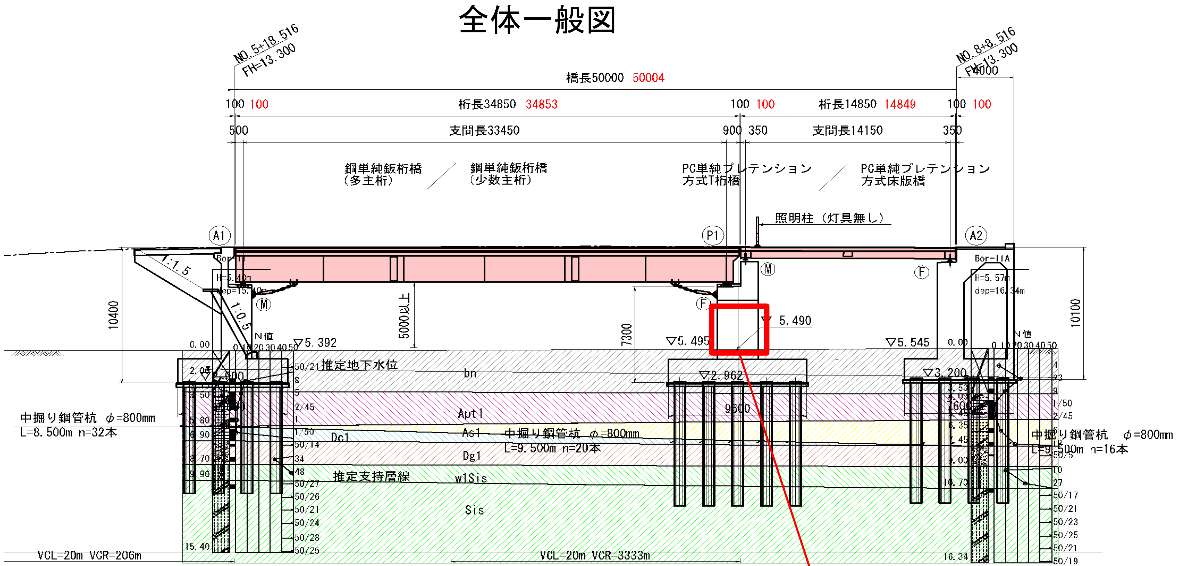
試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	31.4　℃	風速	4.7　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

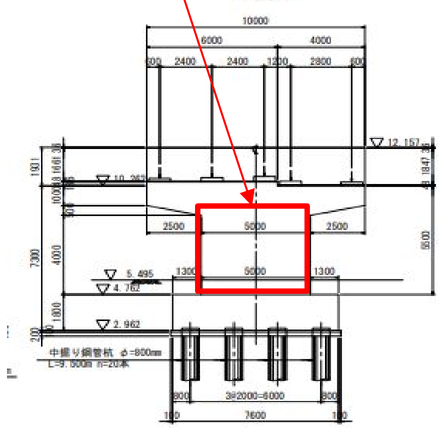
全体一般図



対象：P1橋脚　張出式橋脚

写真-1　全体写真

P1橋脚



計測対象部材：P1橋脚柱部（起点側）（上記　赤色内）

試験方法(手順)	技術番号	BR010043

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: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

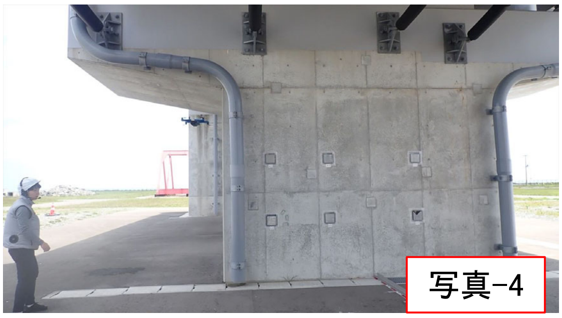


写真-4


写真-5

■カメラ名称:SONY IMX577

■被写体距離:1　m　■照度:5.59～6.97　kLux　■風速:　0.0～4.7　m/s

■気温:　31.4 ℃

■焦点距離:　20mm(35mm判換算)　■シャッター速度:　1/286～1/2403秒(オート設定)

■絞り:　f　2.8(固定)　■ISO値:100(オート設定)

■フォーカス:AF(オート設定)　■画像Pixel数:　4056 x 3040

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況

技術番号	BR010043

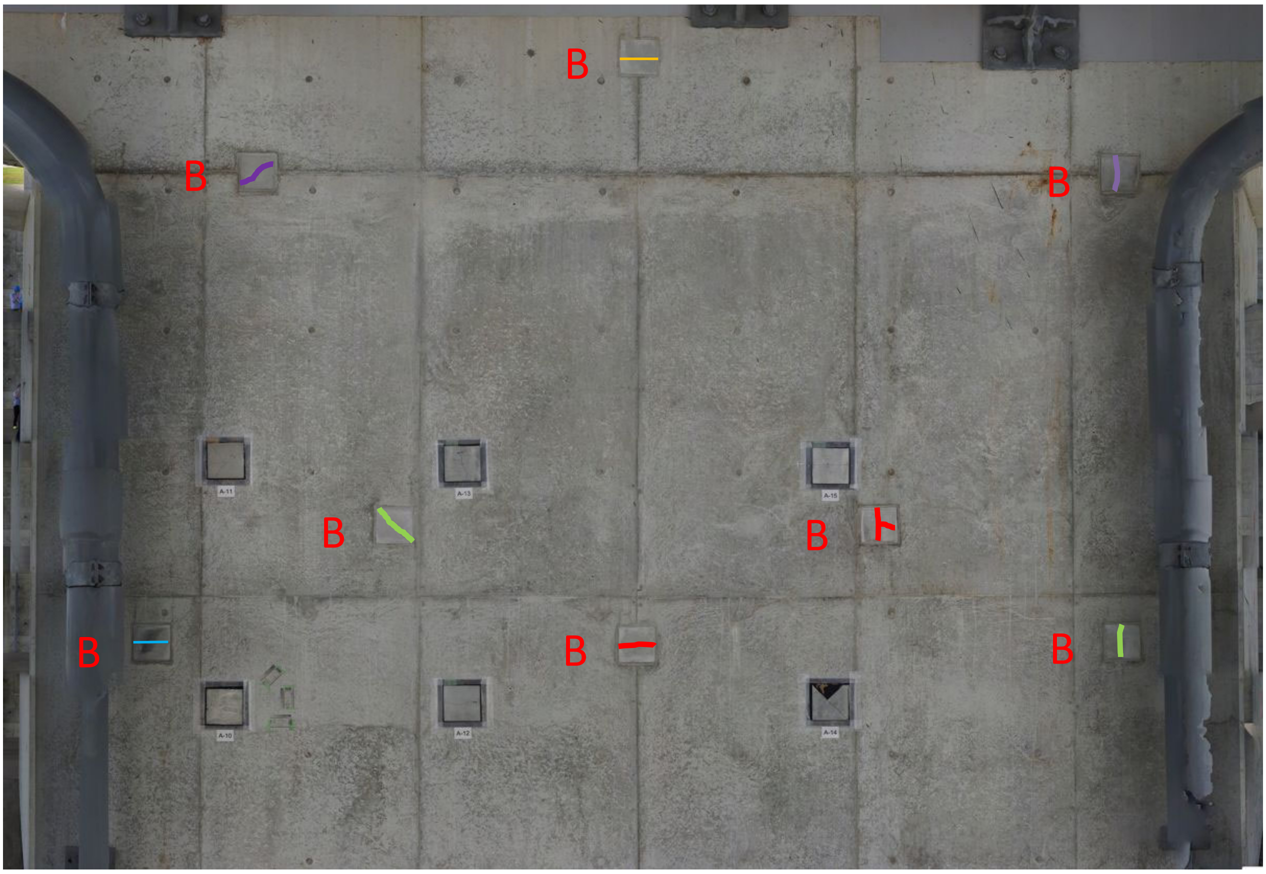
写真-6

※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。

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

計測位置：P1橋脚柱部前面のひびわれ



	ひびわれ幅
B1	0.4mm
B2	0.5mm
B3	0.3mm
B4	0.1mm
B5	0.2mm
B6	0.2mm
B7	0.1mm
B8	0.3mm

	凡例
0.1mm	
0.2mm	
0.3mm	
0.4mm	
0.5mm	

技術番号	BR010043

Skydio2＋

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社（docomo business）

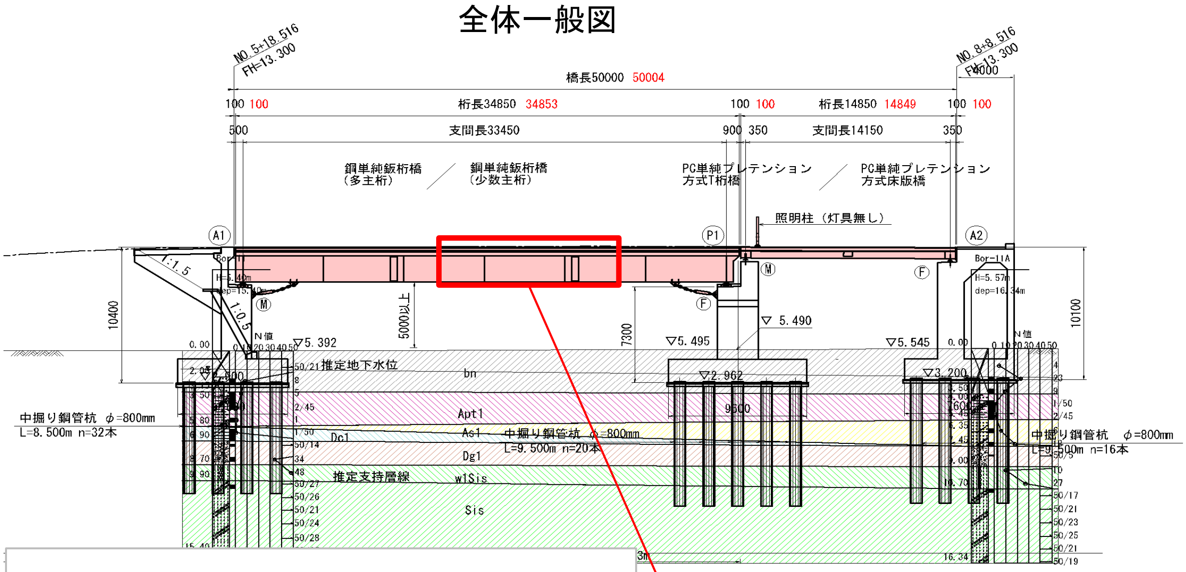
試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	31.4　℃	風速	4.7　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

全体一般図



対象：鋼単純非合成鈑桁橋（多主桁）

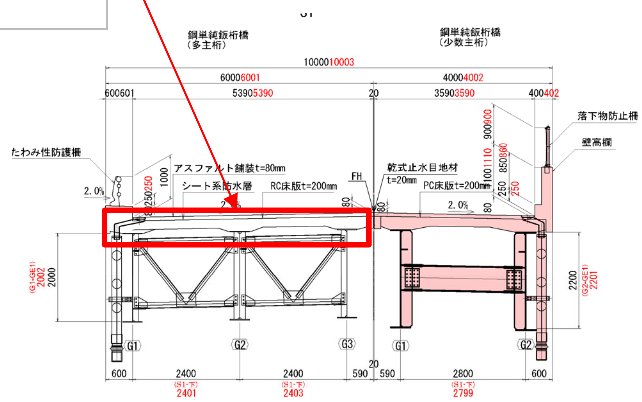


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　　計測対象部材：床版下面（上記　赤色内）

試験方法（手順）		技術番号	BR010043
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：多主桁橋G1-G2間の床版撮影（写真-3）		
③	撮影状況：多主桁橋G1-G2間の床版撮影（写真-4）		
④	撮影状況：多主桁橋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：SONY IMX577

■被写体距離：1　m　■照度：5.59～6.97　kLux　■風速：　0.0～4.7　m/s

■気温：　31.4 ℃

■焦点距離：　20mm（35mm判換算）　■シャッター速度：　1/120秒（オート設定）

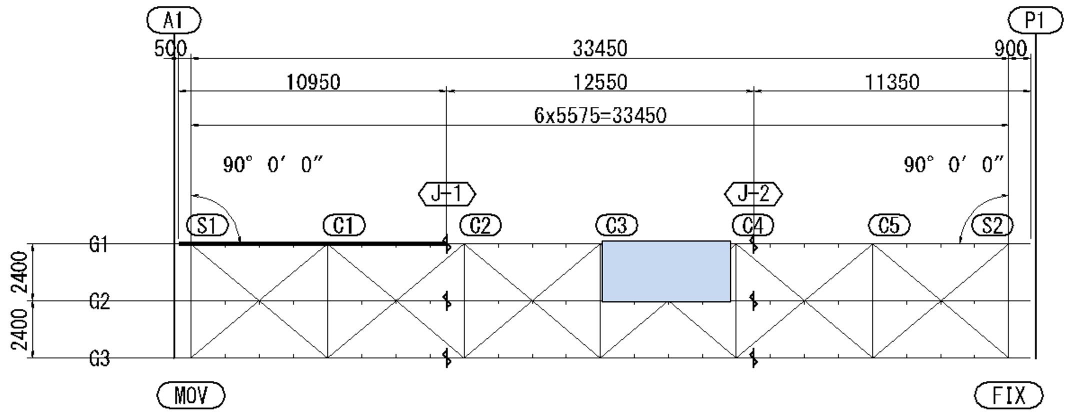
■絞り：　f　2.8（固定）　■ISO値：100（オート設定）

■フォーカス：AF（オート設定）　■画像Pixel数：　4056 x 3040

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

写真-6

鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁)(写真-6)



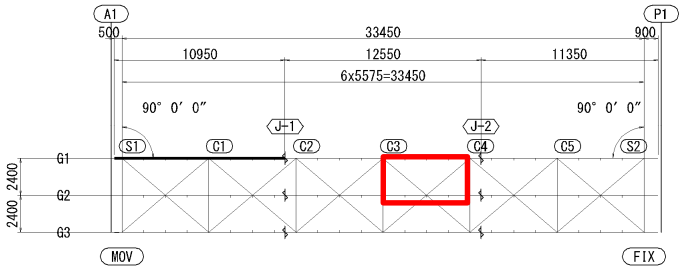
※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)　　撮影範囲

計測結果の比較	技術番号	BR010043

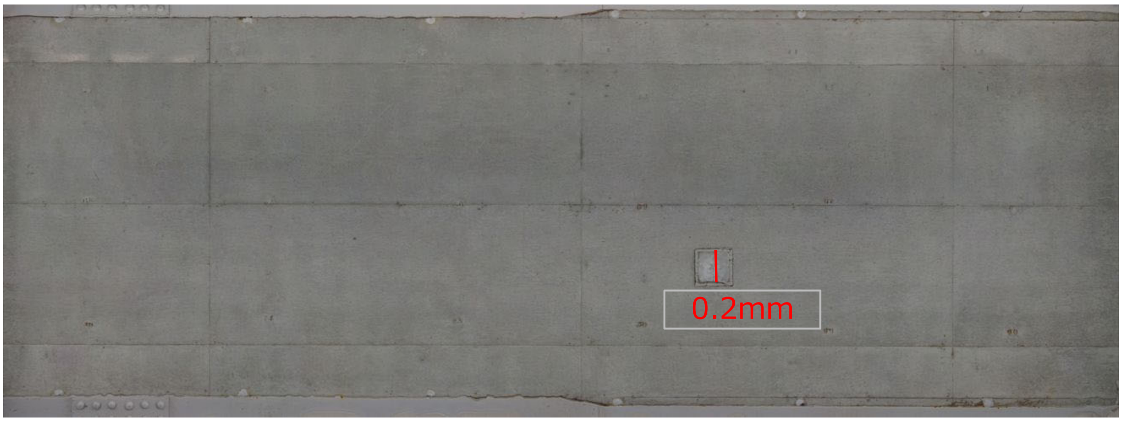
※計測結果

鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

配　置　図



見上げ図



技術番号	BR010043

Skydio2

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

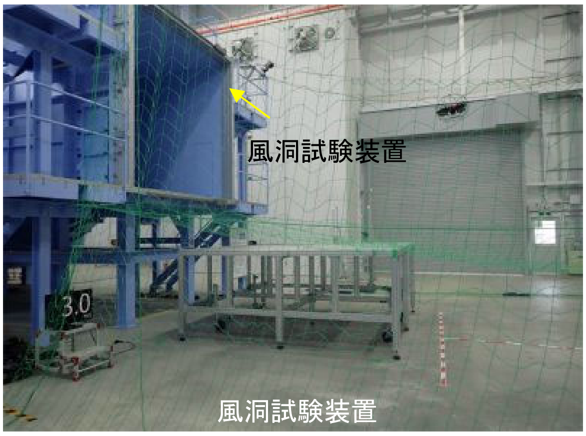
試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	26.3　℃	風速	－　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド風洞棟						

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

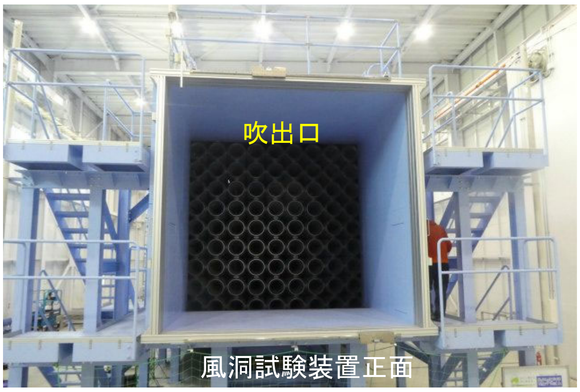
使用施設：福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞試験装置

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



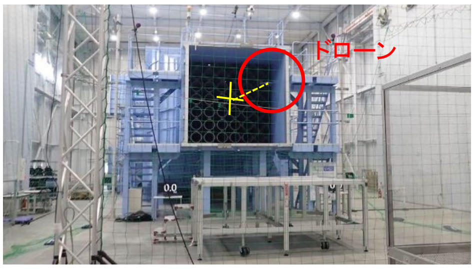
風洞試験装置正面

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	BR010043
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）		

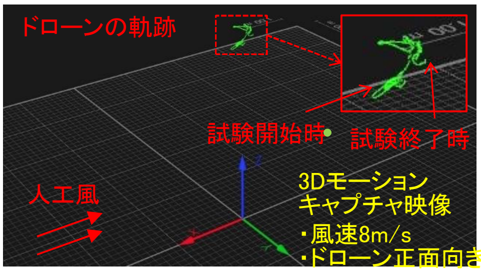
開発者による計測機器の設置状況

写真−1



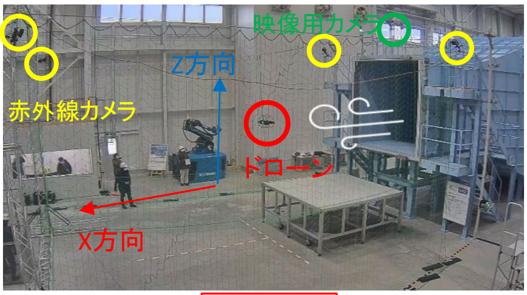
写真−2

写真−3

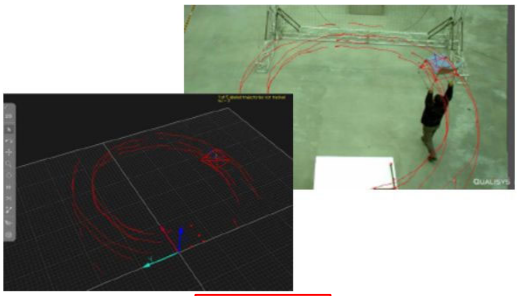


写真−4

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）

計測結果の比較	技術番号	BR010043

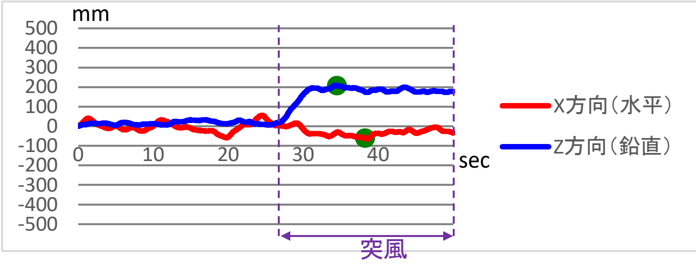
※安定性能

風速：3.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　7cm

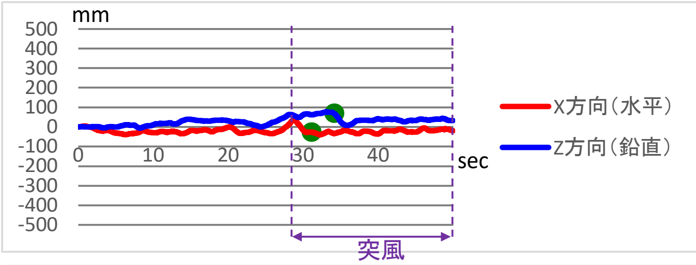
鉛直方向　最大移動量　21cm



側面

水平方向　最大移動量　4cm

鉛直方向　最大移動量　8cm

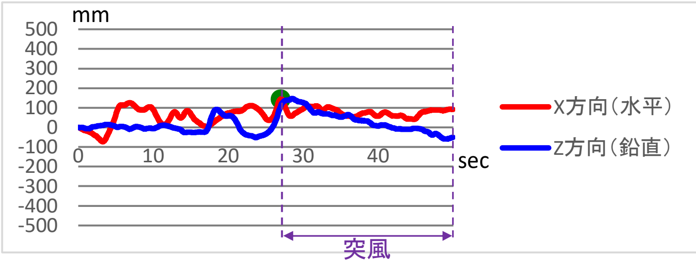


風速：5.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　15cm

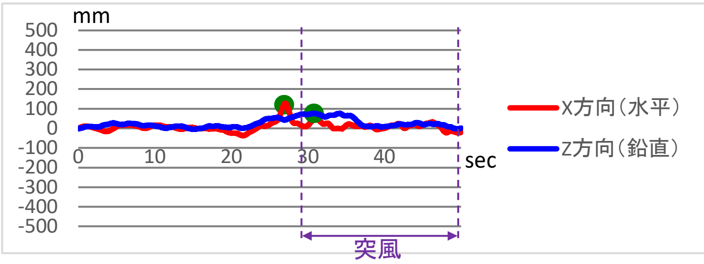
鉛直方向　最大移動量　15cm



側面

水平方向　最大移動量　13cm

鉛直方向　最大移動量　8cm

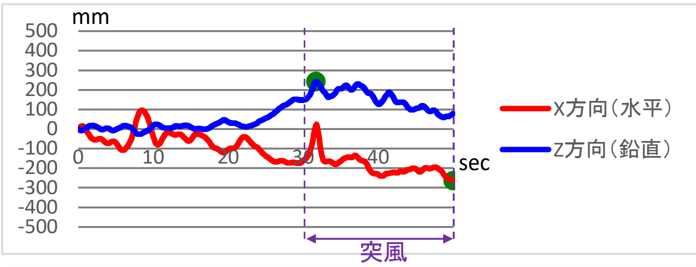


風速：8.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　26cm

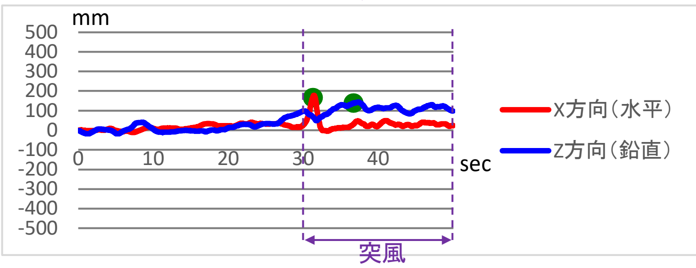
鉛直方向　最大移動量　24cm



側面

水平方向　最大移動量　18cm

鉛直方向　最大移動量　14cm



SkydioX2E　C/T

技術番号	BR010043

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

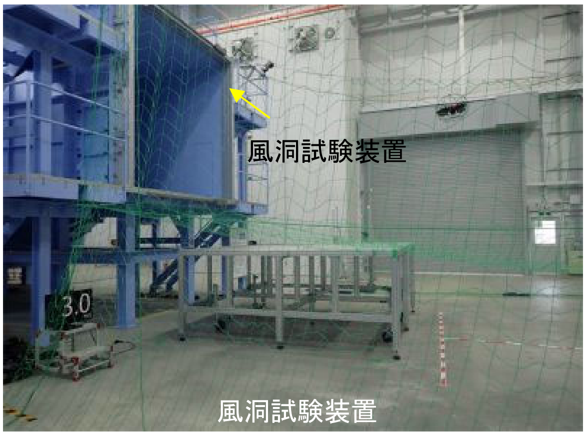
試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	26.3　℃	風速	－　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド風洞棟						

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）

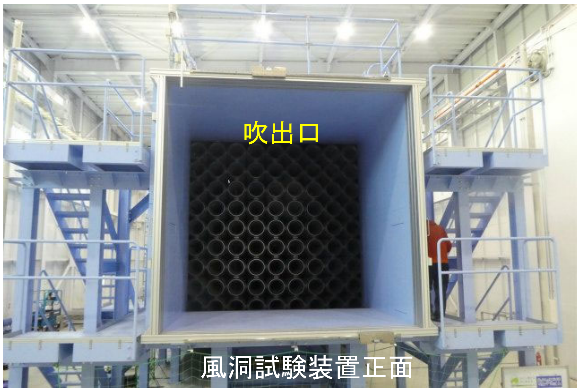
対象構造物の概要

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



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	BR010043

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)

開発者による計測機器の設置状況

写真-1

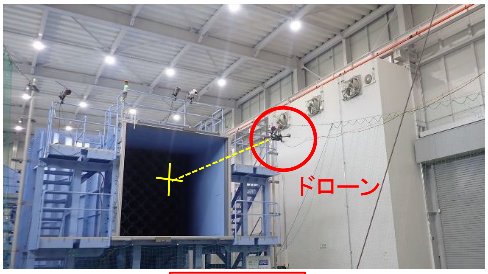


写真-2

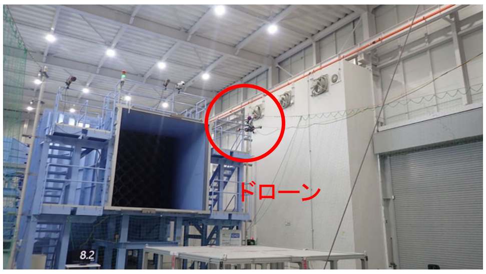


写真-3

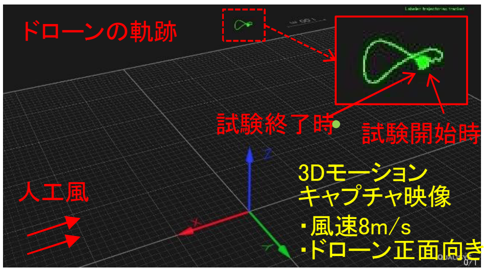


写真-4

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

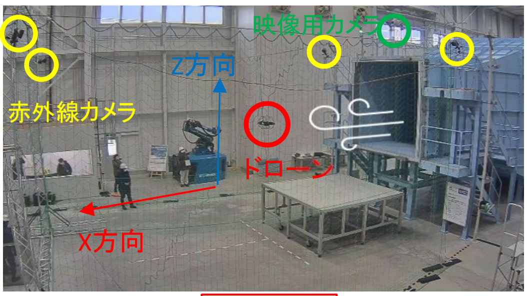


写真-5

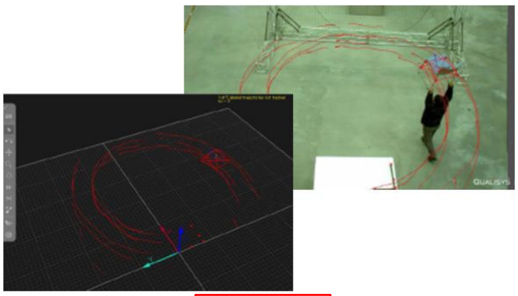


写真-6

※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)

計測結果の比較		技術番号	BR010043

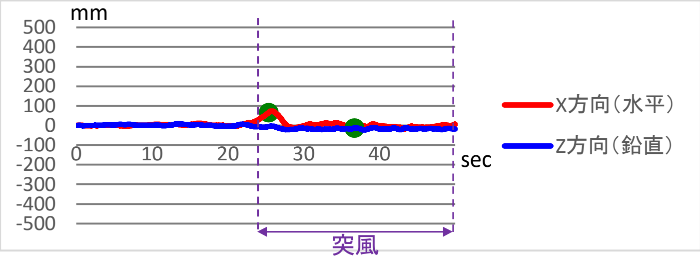
※安定性能

風速:3.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　7cm

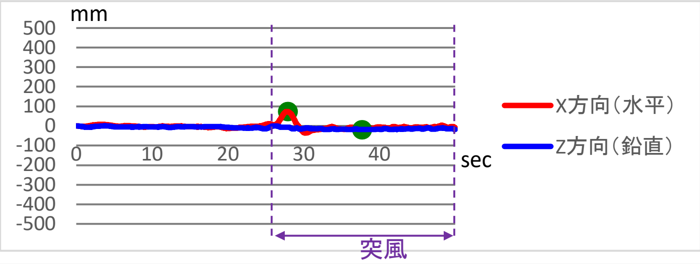
鉛直方向　最大移動量　2cm



側面

水平方向　最大移動量　7cm

鉛直方向　最大移動量　2cm

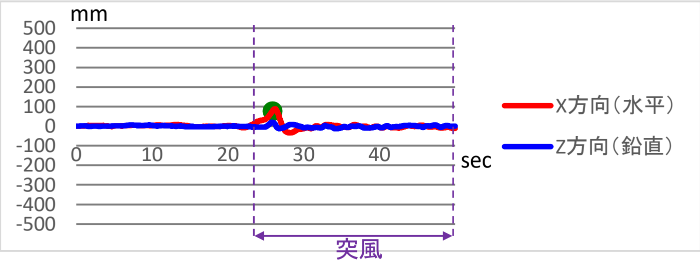


風速:5.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　9cm

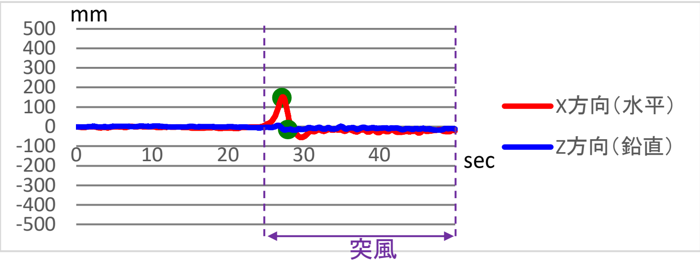
鉛直方向　最大移動量　2cm



側面

水平方向　最大移動量　15cm

鉛直方向　最大移動量　2cm

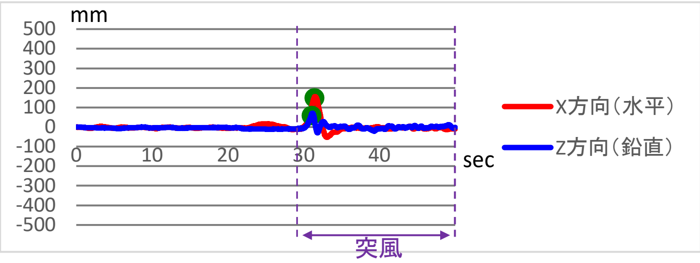


風速:8.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　15cm

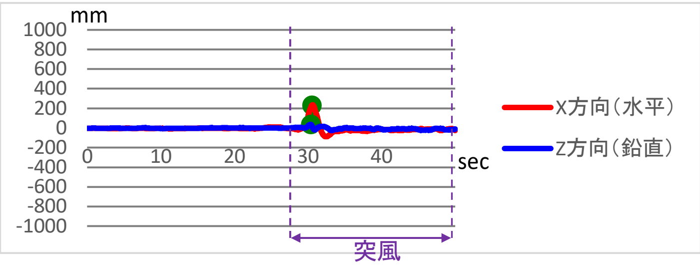
鉛直方向　最大移動量　7cm



側面

水平方向　最大移動量　24cm

鉛直方向　最大移動量　4cm



技術番号	BR010043

SkydioX10

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	NTTコミュニケーションズ株式会社

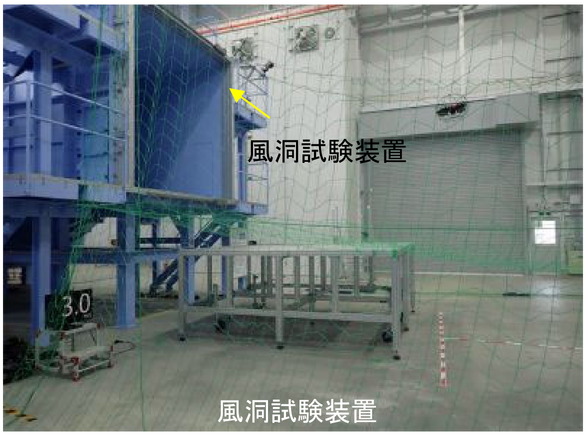
試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	26.3　℃	風速	－　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド風洞棟						

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）

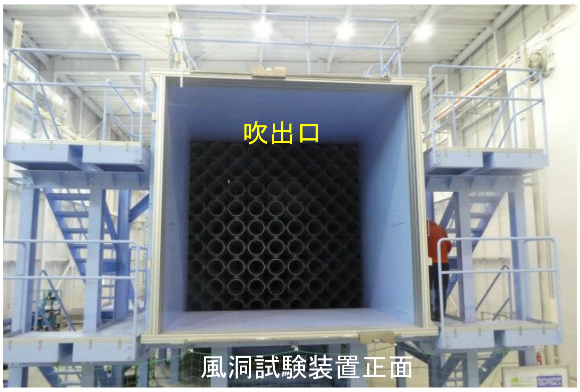
対象構造物の概要

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	BR010043
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）		

開発者による計測機器の設置状況

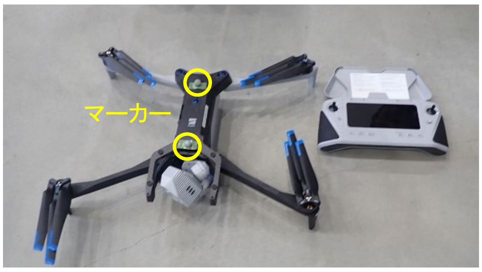


写真-1

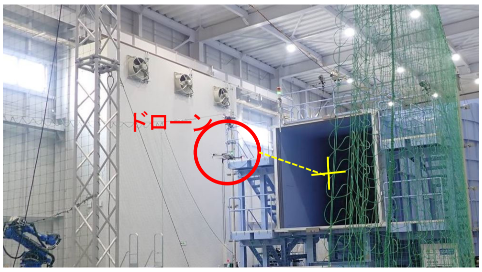


写真-2

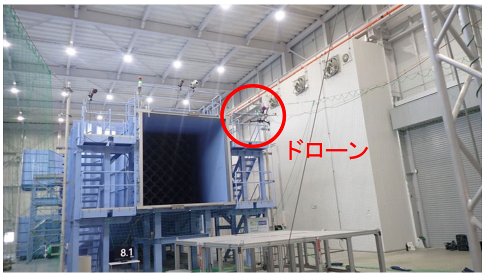


写真-3

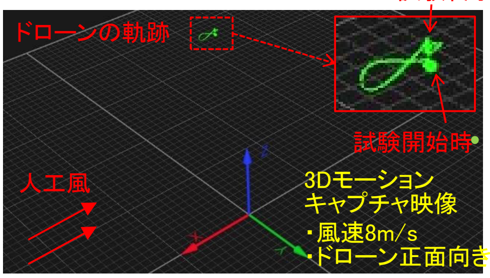


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

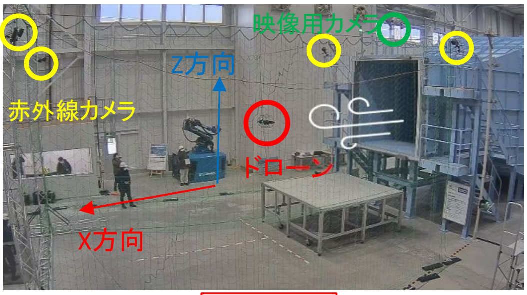


写真-5

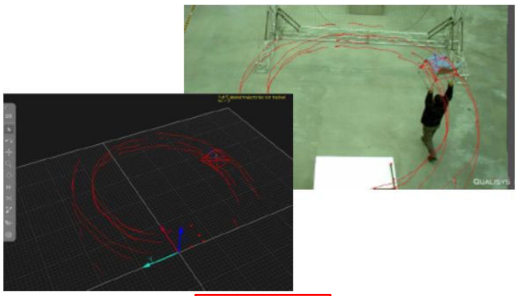


写真-6

※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）

計測結果の比較		技術番号	BR010043

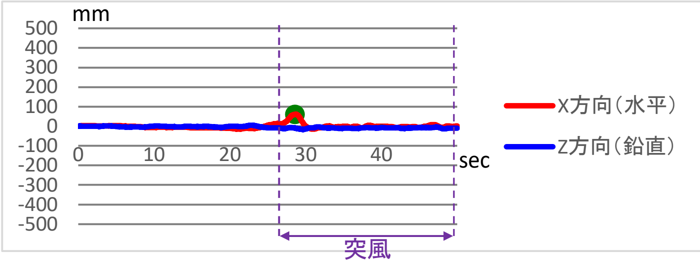
※安定性能

風速：3.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　6cm

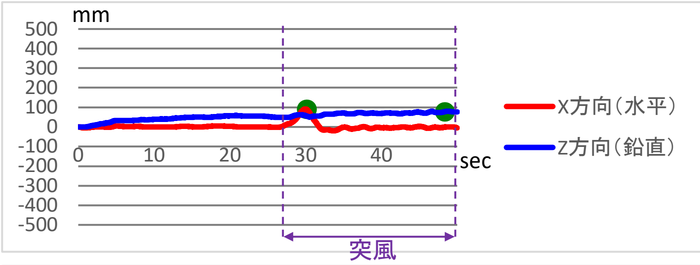
鉛直方向　最大移動量　16cm



側面

水平方向　最大移動量　9cm

鉛直方向　最大移動量　8cm

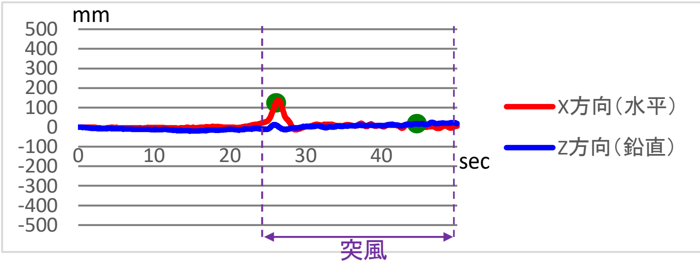


風速：5.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　14cm

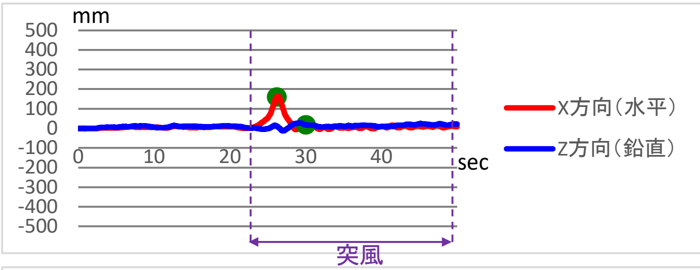
鉛直方向　最大移動量　2cm



側面

水平方向　最大移動量　16cm

鉛直方向　最大移動量　3cm

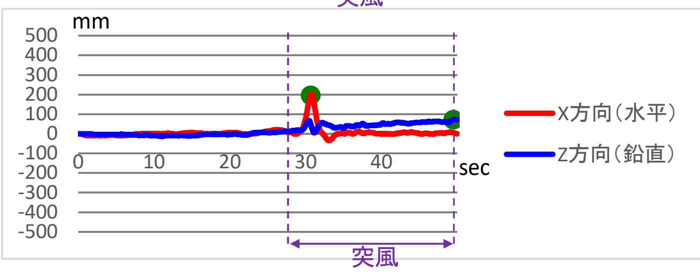


風速：8.0m/s

正面

水平方向　最大移動量　20cm

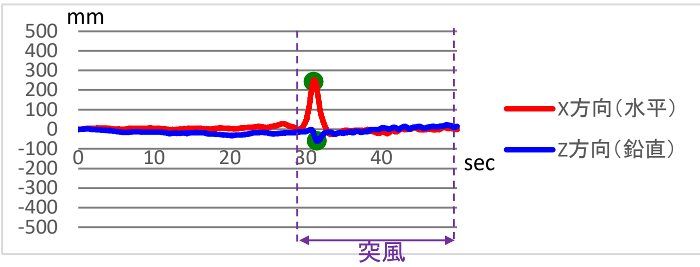
鉛直方向　最大移動量　7cm



側面

水平方向　最大移動量　25cm

鉛直方向　最大移動量　6cm



技術番号	BR010043

SkydioX10

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社（docomo business）

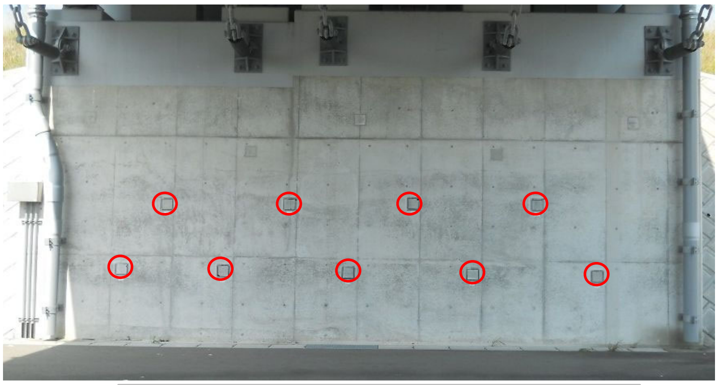
試験日	令和6年 7 月 4 日	天候	晴れ	気温	31.1 ℃	風速	8.9 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

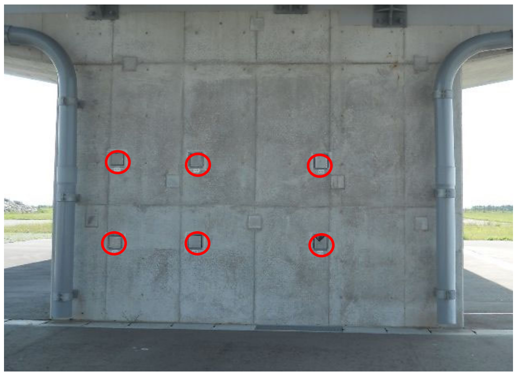
試験で確認するカタログ項目	撮影速度 最小・ひびわれ精度 色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。（写真−1、2、3　〇：パネル）



写真−1：A1橋台（9パネル）

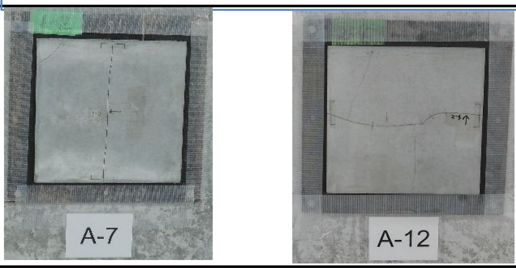


写真−2：P1橋脚（起点側）（6パネル）

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 縦		A−6 斜		A−8 縦	
A−1 斜		A−3 斜		A−5 横		A−7 縦		A−9 縦



P1橋脚（正面左からの配置（写真−2））

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

写真−3：パネル（抜粋　A−7、A−12）

試験方法（手順）		技術番号	BR010043
①	機器の搬入（ドローンSkydioX10、コントローラ）（写真-4）		
②	測定状況（A1橋台竪壁部には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

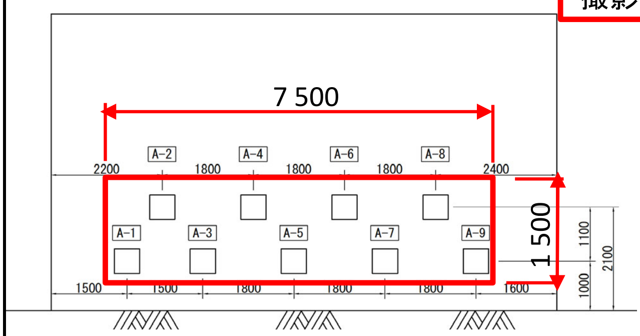

写真-7

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

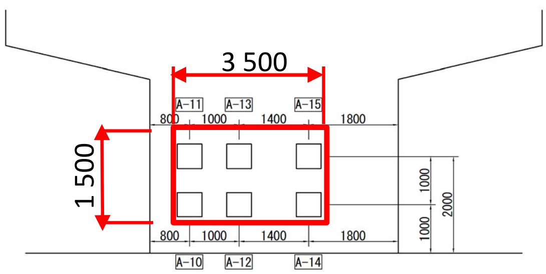
※撮影速度

A1橋台

撮影範



P1橋脚



撮影面積(7．5×1．5＋3．5×1．5＝16．5m²)を通常撮影しながら移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

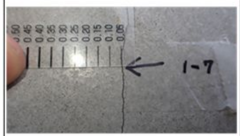
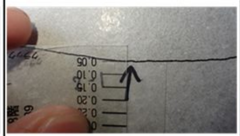
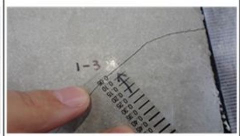
速度(撮影速度)＝16．5m²÷所要時間(秒)

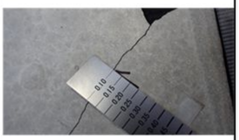
比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

※最小ひびわれ幅・計測精度

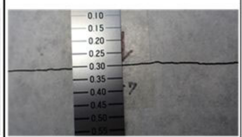
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

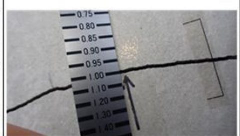
真値（ひびわれ幅）

チャート番号	A-9	A-2	A-11
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A-8	A-10	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-7	A-12	A-1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A-13	A-15	A-14
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

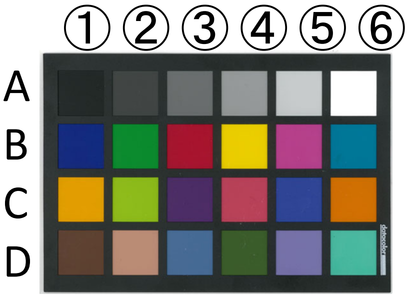
チャート番号	A-4	A-5	A-3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況		技術番号	BR010043

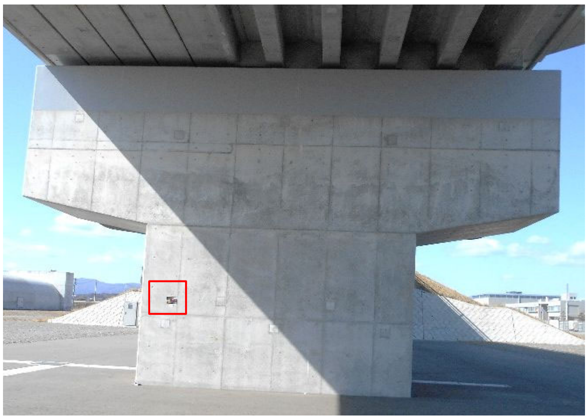
※色識別性能

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（K−1）（写真−9）とA2橋台（K−2）（写真−10）の2箇所



写真−8



写真−9 □：K−1

写真−10 □：K−2

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

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※撮影速度

撮影面積：16.5m^2、撮影時間：A1（6分13秒）、P1（3分40秒）＝9分53秒＝593秒（593sec）

撮影速度＝16.5／593＝0.028m^2/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称：Sony IMX686

■被写体距離：2　m　■照度：3.37～9.79　kLux　■風速：　0.0～12.5　m/s

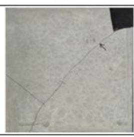
■気温：　31.1～31.2 ℃

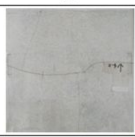
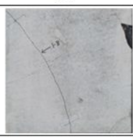
■焦点距離：　46mm（35mm判換算）　■シャッター速度：　1/245～1/416秒（オート設定）

■絞り：　f　1.8（固定）　■ISO値：100（オート設定）

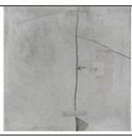
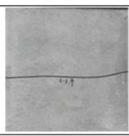
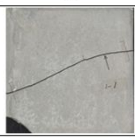
■フォーカス：AF（オート設定）　■画像Pixel数：　9248x6944

チャート番号	A-9	A-2	A-11
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-8	A-10	A-6
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-7	A-12	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-13	A-15	A-14
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-4	A-5	A-3
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.9	1.0	1.0

最小ひびわれ幅：0.1mm

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

計測結果の比較

技術番号 BR010043

※色識別性能(K−1)

■カメラ名称:Sony IMX686

■被写体距離:4.5　m　■照度:10.3～15.4　kLux　■風速:　0.0～2.1　m/s

■気温:　33.5 ℃

■焦点距離:　46mm(35mm判換算)　■シャッター速度:　1/375～1/1154秒(オート設定)

■絞り:　f　1.8(固定)　■ISO値:100(オート設定)

■フォーカス:AF(オート設定)　■画像Pixel数:　9248x6944

立会者撮影

K1:開発者撮影

K1:オルソ画像

K1:計測比較

K1:開発者撮影

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	12	41	12	43	14
A-2	80	38	80	38	78	40
A-3	122	66	118	69	116	74
A-4	161	105	157	110	154	114
A-5	202	142	198	147	195	153
A-6	249	168	242	173	238	177
B-1	25	6	55	35	135	103
B-2	57	25	146	93	64	20
B-3	186	125	26	0	51	14
B-4	245	173	205	139	0	3
B-5	192	127	75	31	145	102
B-6	0	0	127	94	159	120
C-1	238	164	158	98	25	2
C-2	157	114	188	130	54	5
C-3	83	53	58	24	106	72
C-4	195	134	79	27	95	53
C-5	58	20	88	55	159	119
C-6	222	141	118	49	32	0
D-1	112	63	76	30	60	21
D-2	197	138	145	96	125	80
D-3	87	39	120	82	155	117
D-4	82	43	106	57	60	22
D-5	126	77	125	84	174	130
D-6	98	58	187	139	166	130

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	16	41	16	43	18
A-2	80	35	80	36	78	40
A-3	122	66	118	70	116	71
A-4	161	102	157	107	154	110
A-5	202	139	198	144	195	147
A-6	249	165	242	170	238	176
B-1	25	6	55	34	135	107
B-2	57	27	146	95	64	22
B-3	186	119	26	3	51	14
B-4	245	166	205	133	0	2
B-5	192	125	75	36	145	102
B-6	0	3	127	95	159	120
C-1	238	159	158	94	25	2
C-2	157	110	188	126	54	2
C-3	83	48	58	23	106	63
C-4	195	131	79	27	95	52
C-5	58	22	88	57	159	121
C-6	222	143	118	53	32	3
D-1	112	62	76	29	60	20
D-2	197	139	145	101	125	82
D-3	87	37	120	78	155	110
D-4	82	38	106	52	60	17
D-5	126	77	125	84	174	128
D-6	98	54	187	137	166	127

計測結果の比較	技術番号	BR010043

※色識別性能(K-2)

■カメラ名称:Sony IMX686

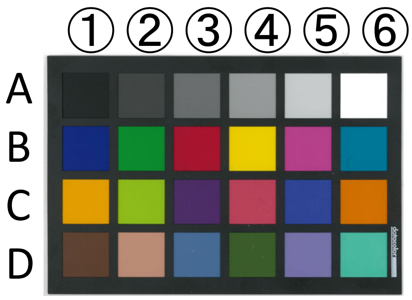
■被写体距離:4.0 m ■照度:6.11～8.16 kLux ■風速: 0.0～6.2 m/s

■気温: 32.1 ℃

■焦点距離: 46mm(35mm判換算) ■シャッター速度: 1/375～1/1154秒(オート設定)

■絞り: f 1.8(固定) ■ISO値:100(オート設定)

■フォーカス:AF(オート設定) ■画像Pixel数: 9248x6944



立会者撮影

K2:開発者撮影

K2:オルソ画像

K2:計測比較

K2:開発者撮影

	R値		G値		B 値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	32	41	33	43	38
A-2	80	58	80	61	78	66
A-3	122	96	118	96	116	106
A-4	161	138	157	141	154	148
A-5	202	175	198	178	195	183
A-6	249	199	242	202	238	207
B-1	25	13	55	54	135	136
B-2	57	46	146	123	64	43
B-3	186	157	26	5	51	30
B-4	245	202	205	169	0	2
B-5	192	163	75	54	145	133
B-6	0	0	127	123	159	151
C-1	238	194	158	124	25	0
C-2	157	137	188	157	54	0
C-3	83	82	58	41	106	99
C-4	195	168	79	45	95	76
C-5	58	38	88	82	159	153
C-6	222	180	118	78	32	3
D-1	112	95	76	57	60	48
D-2	197	171	145	124	125	114
D-3	87	61	120	107	155	143
D-4	82	65	106	82	60	40
D-5	126	109	125	116	174	162
D-6	98	79	187	172	166	162

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	31	41	34	43	41
A-2	80	58	80	63	78	69
A-3	122	99	118	99	116	111
A-4	161	138	157	141	154	148
A-5	202	170	198	172	195	185
A-6	249	195	242	198	238	207
B-1	25	14	55	53	135	130
B-2	57	47	146	119	64	43
B-3	186	149	26	11	51	36
B-4	245	199	205	168	0	2
B-5	192	152	75	55	145	134
B-6	0	0	127	121	159	152
C-1	238	183	158	123	25	0
C-2	157	130	188	153	54	0
C-3	83	76	58	42	106	102
C-4	195	161	79	47	95	81
C-5	58	41	88	81	159	151
C-6	222	177	118	81	32	5
D-1	112	88	76	55	60	50
D-2	197	165	145	127	125	118
D-3	87	64	120	108	155	145
D-4	82	66	106	84	60	44
D-5	126	112	125	118	174	166
D-6	98	86	187	174	166	162

技術番号	BR010043

SkydioX10

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術 (Skydio)	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社 (docomo business)

試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	32.1　℃	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橋台竪壁前面にマーカを3箇所設置する。(写真-1)

・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点としP2の座標(x、y)及びP1－P2間の距離を計測する。

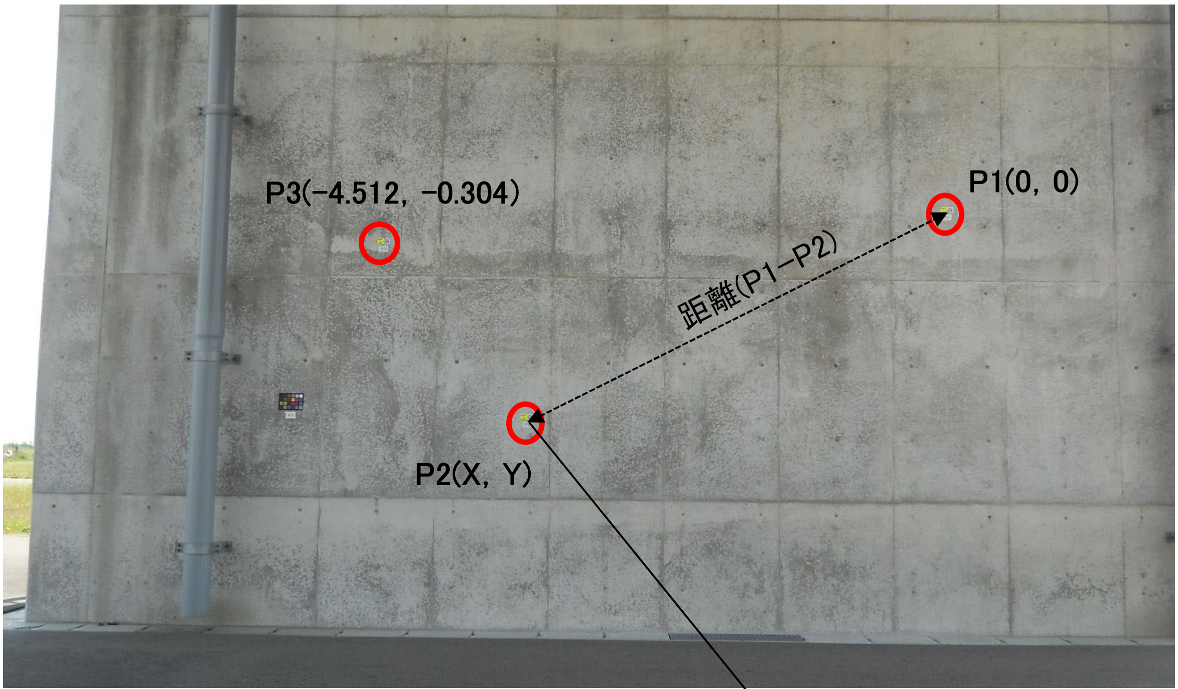


写真-1　マーカー座標

試験方法（手順）		技術番号	BR010043

①	機器の搬入（ドローンSkydioX10、コントローラ）（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

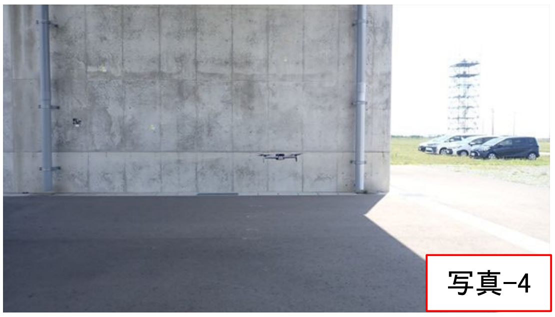


写真-4

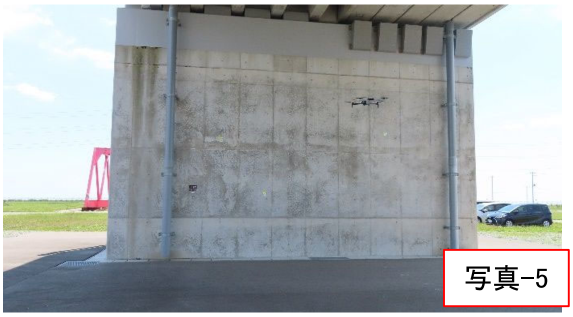


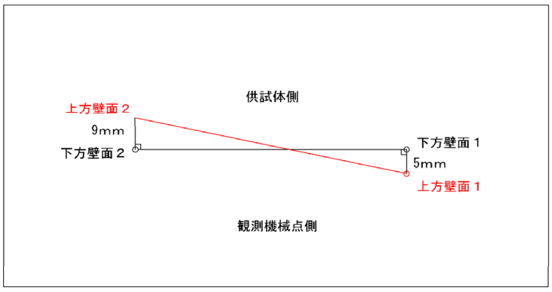
写真-5

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

※長さ計測精度/位置精度

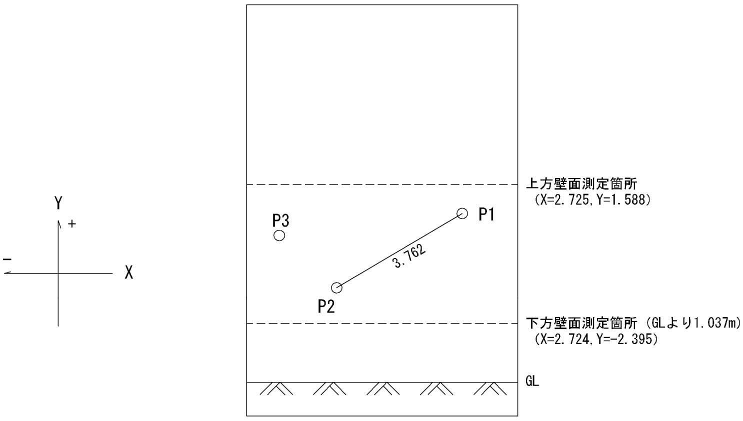
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※Ｘ軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカー座標値

点　名	Ｘ座標	Ｙ座標	Ｚ座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-3.339	-1.733	0.002
P3	-4.512	-0.304	0.003

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称:Sony IMX686

■被写体距離:4　m　■照度:6.11～8.16　kLux　■風速:　0.0～6.2　m/s

■気温:　32.5 ℃

■焦点距離:　46mm(35mm判換算)　■シャッター速度:　1/527～1/1154秒(オート設定)

■絞り:　f　1.8(固定)　■ISO値:100(オート設定)

■フォーカス:AF(オート設定)　■画像Pixel数:　9248x6944

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	-3.339	-3.344	0.005	-1.733	-1.730	-0.003	3.762	3.765	100.1%
P3	-4.512	-4.512		-0.304	-0.304				

技術番号	BR010043						SkydioX10
技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術（Skydio）			開発者名	エヌ･ティ･ティ･コミュニケーションズ株式会社(docomo business)		
試験日	令和6年　7　月　4　日	天候	晴れ	気温	33.7　℃	風速	4.2　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

全体一般図

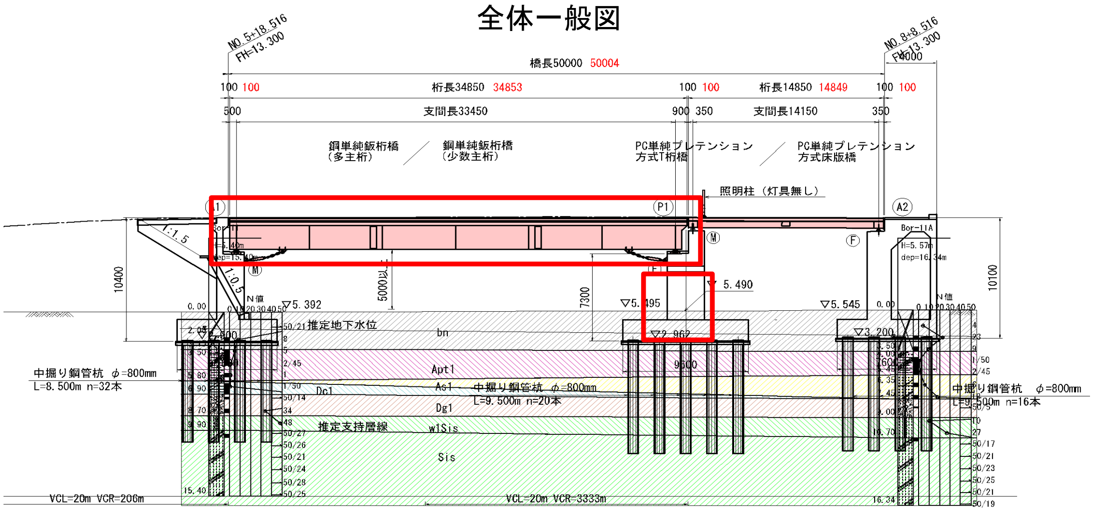


写真-1　全体写真

対象径間：第1径間　　　　計測対象部材：P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

試験方法(手順)		技術番号	BR010043
①	機器の搬入(ドローンSkydioX10、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

計測結果の比較	技術番号	BR010043

※構造物近傍安定性能

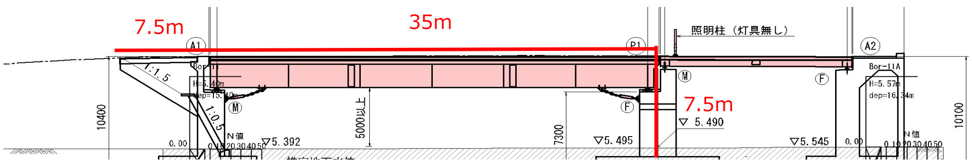
構造物までの距離：1m

風速：4.2m/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））



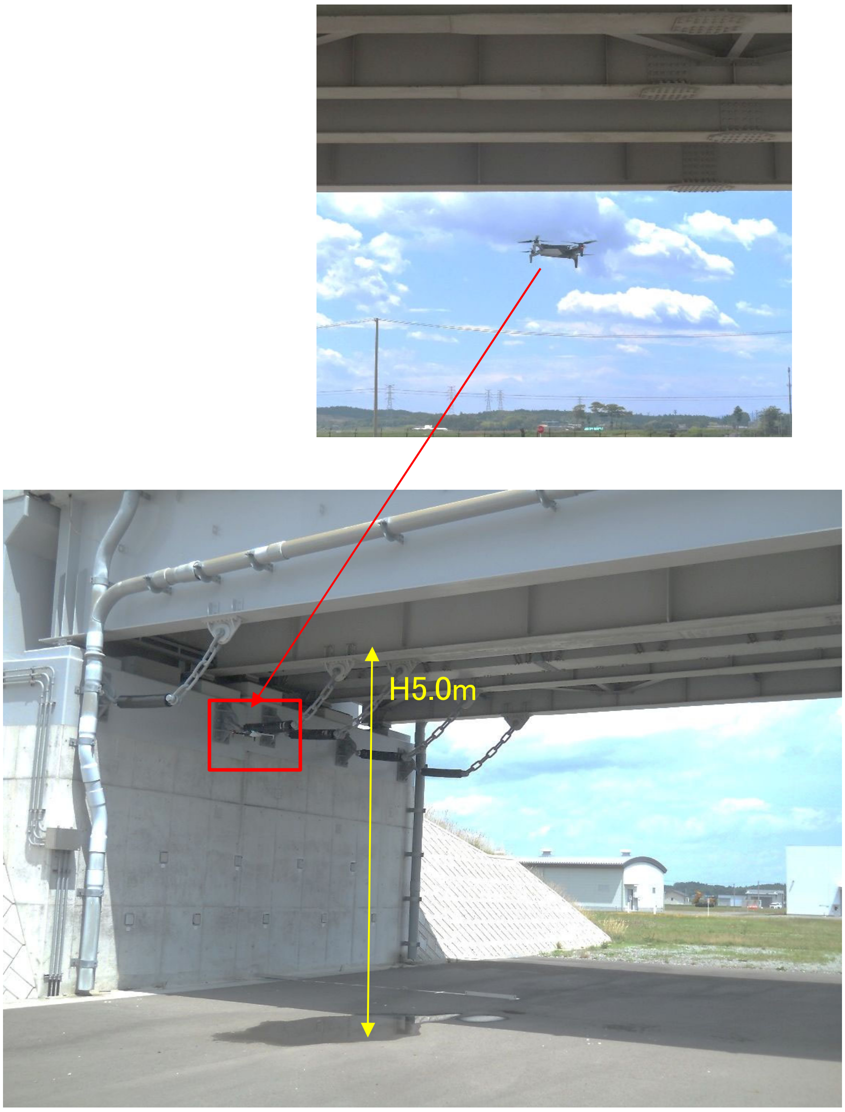
計測結果の比較		技術番号	BR010043

※進入可能性能

<桁間に進入しない＞

風速：4.6m/s

桁下空間：高さ5.0m進入可能



技術番号	BR010043

SkydioX10

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社(docomo business)

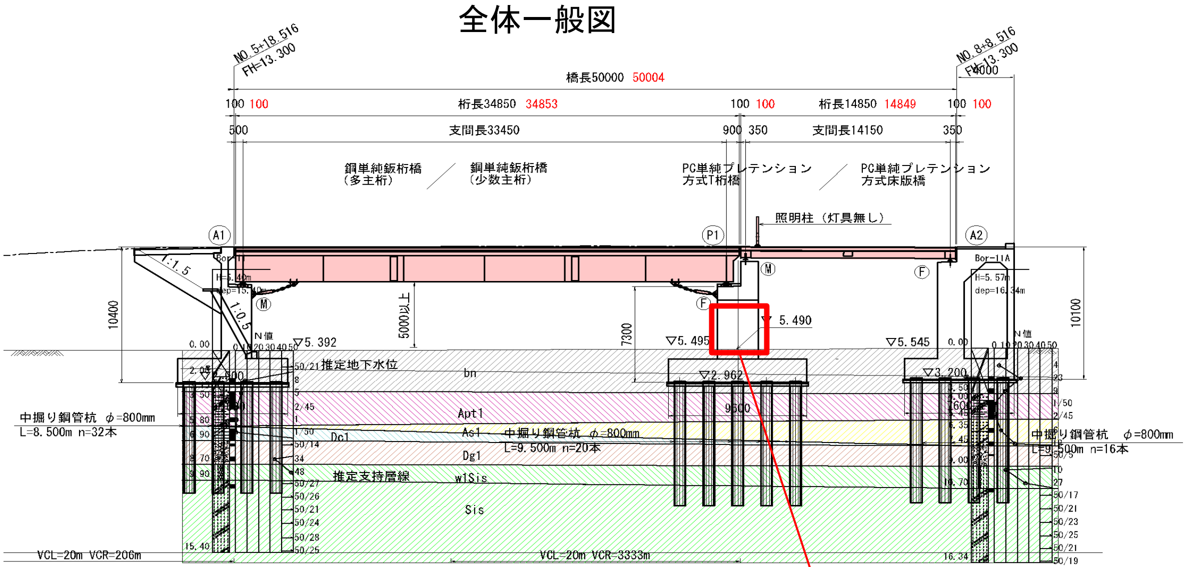
試験日	令和6年 7 月 4 日	天候	晴れ	気温	32.1 ℃	風速	2.6 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

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

試験で確認するカタログ項目	動作確認(精度以外)

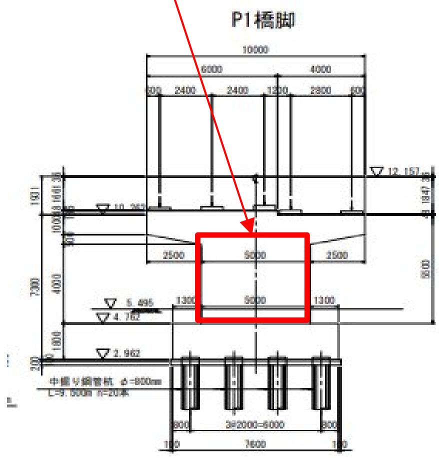
対象構造物の概要

全体一般図



対象：P1橋脚　張出式橋脚

写真-1　全体写真



計測対象部材：P1橋脚柱部(起点側)(上記　赤色内)

試験方法（手順）	技術番号	BR010043

①	機器の搬入（ドローンSkydioX10、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

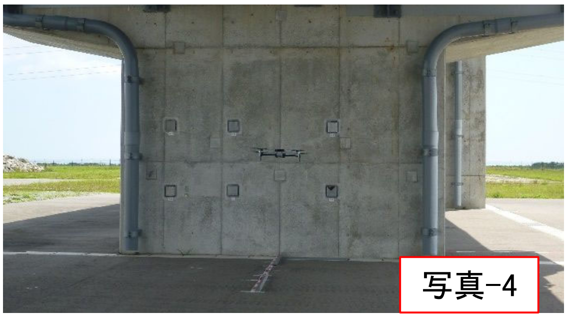


写真-4


写真-5

■カメラ名称：Sony IMX686

■被写体距離：2　m　■照度：9.32～29.8　kLux　■風速：　0.0～2.6　m/s

■気温：　32.1 ℃

■焦点距離：　46mm（35mm判換算）　■シャッター速度：　1/310～1/1531秒（オート設定）

■絞り：　f　1.8（固定）　■ISO値：100（オート設定）

■フォーカス：AF（オート設定）　■画像Pixel数：　9248x6944

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況

技術番号	BR010043

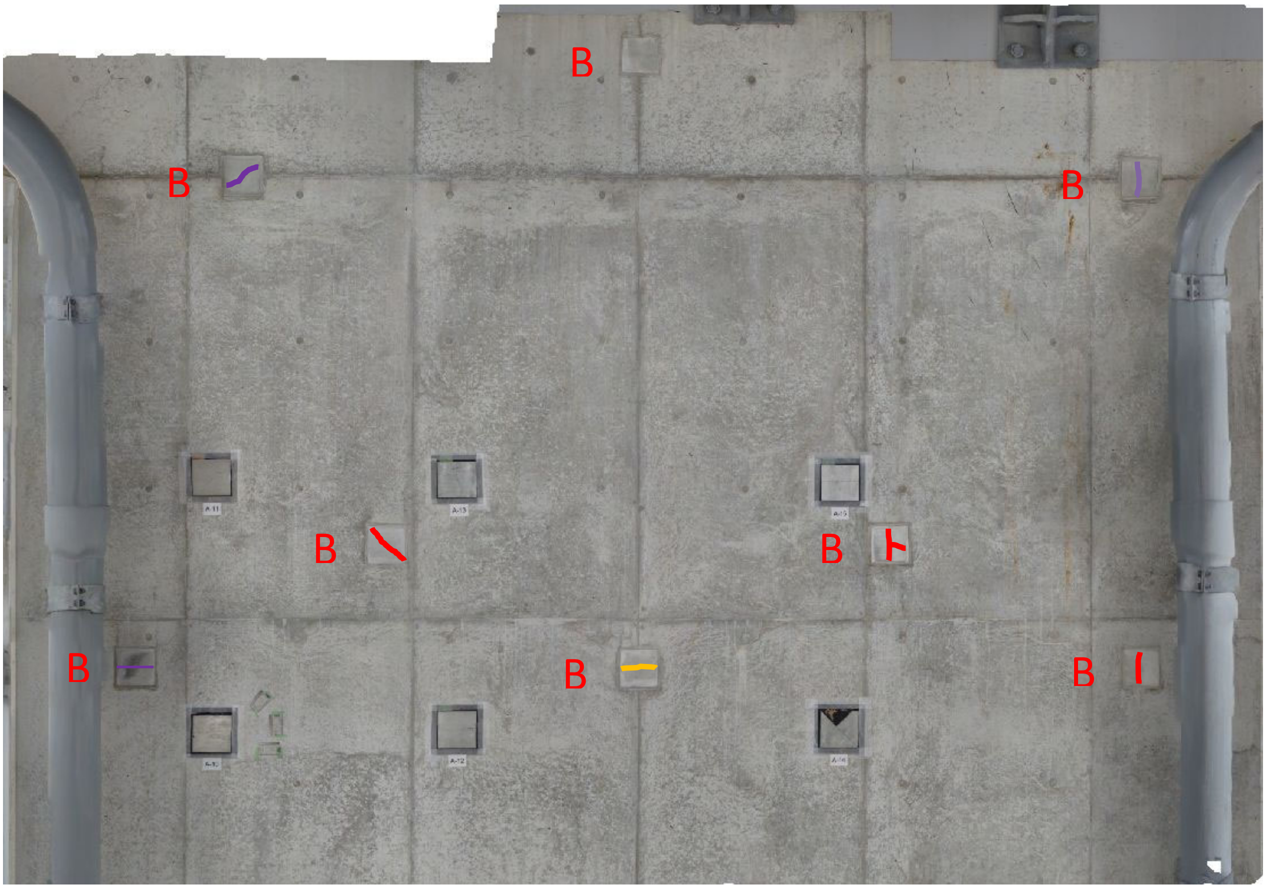
写真-6

※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。

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

計測位置：P1橋脚柱部前面のひびわれ



	ひびわれ幅
B1	0.4mm
B2	0.4mm
B3	0.2mm
B4	0.1mm
B5	0.1mm
B6	0.2mm
B7	0.1mm
B8	0.2mm

	凡例
0.1mm	
0.2mm	
0.3mm	
0.4mm	
0.5mm	

技術番号	BR010043

SkydioX10

技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	開発者名	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社(docomo business)

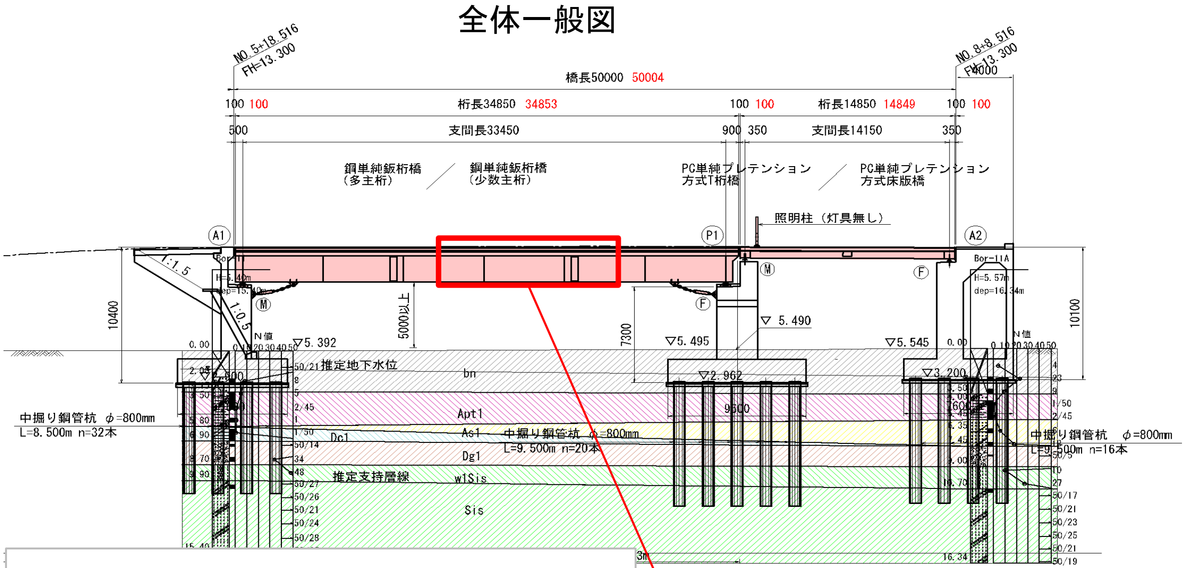
試験日	令和6年 7 月 4 日	天候	晴れ	気温	32.1 ℃	風速	2.6 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

カタログ分類	画像計測技術 カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	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

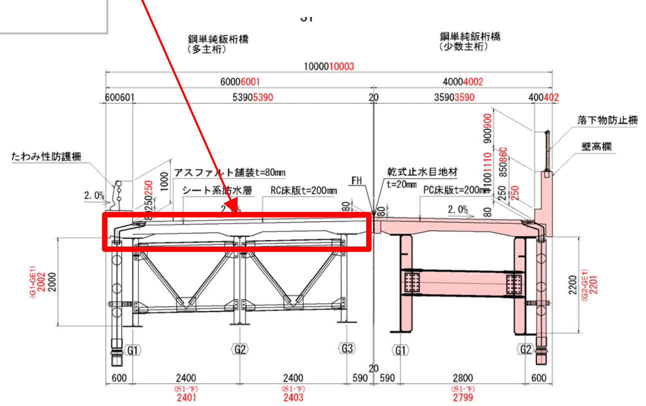
対象構造物の概要

全体一般図



対象：鋼単純非合成鈑桁橋(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)

試験方法（手順）	技術番号	BR010043

①	機器の搬入（ドローンSkydioX10、コントローラ）（写真-2）
②	撮影状況：多主桁橋G1-G2間の床版撮影（写真-3）
③	撮影状況：多主桁橋G1-G2間の床版撮影（写真-4）
④	撮影状況：多主桁橋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：Sony IMX686

■被写体距離：4　m　■照度：9.32～29.8　kLux　■風速：　0.0～2.6　m/s

■気温：　32.1 ℃

■焦点距離：　46mm（35mm判換算）　■シャッター速度：　1/240～480秒（オート設定）

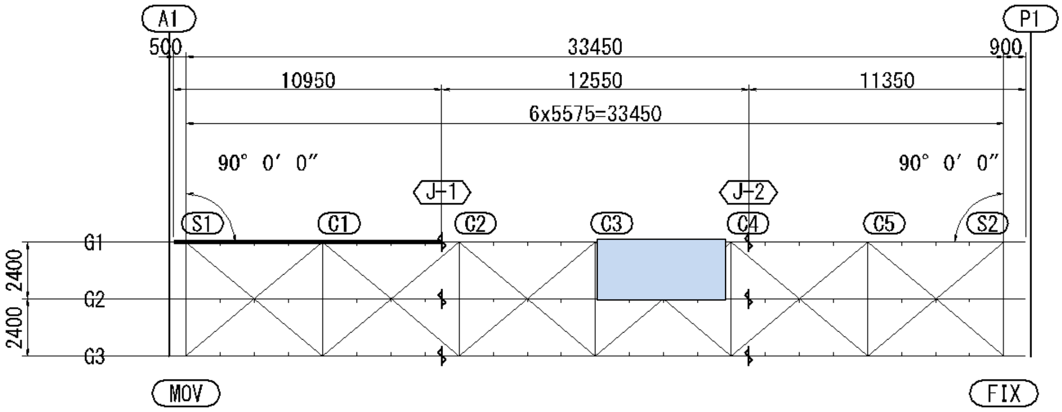
■絞り：　f　1.8（固定）　■ISO値：100～200（オート設定）

■フォーカス：AF（オート設定）　■画像Pixel数：　9248x6944

比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR010043

写真-6

鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁)(写真-6)



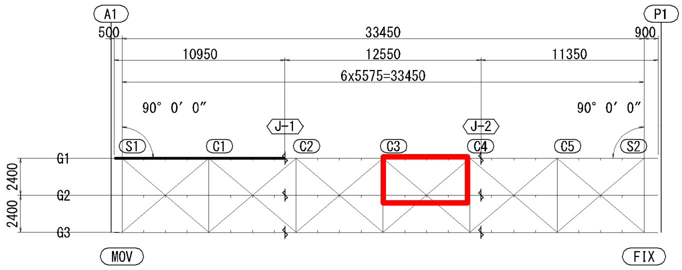
※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)　撮影範囲

計測結果の比較		技術番号	BR010043

※計測結果

鋼単純非合成鈑桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

配　置　図



見上げ図