

技術番号 BR010009

機種 J2

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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2年 1 月 17 日 天候 晴れ 気温 9.9 °C 風速 1 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

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

※検証試験体

- 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及びひびわれのないモルタルのパネルの2枚を設置した試験体を用意。
- 上記試験体の余地に24色カラーチャートを設置する



NO.1供試体

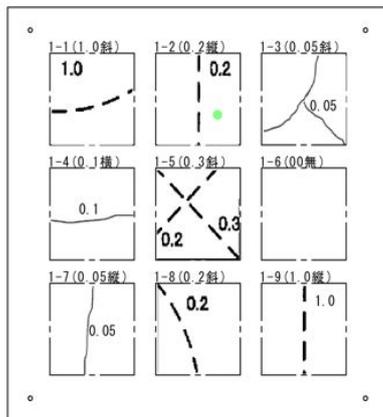
No. 1 基



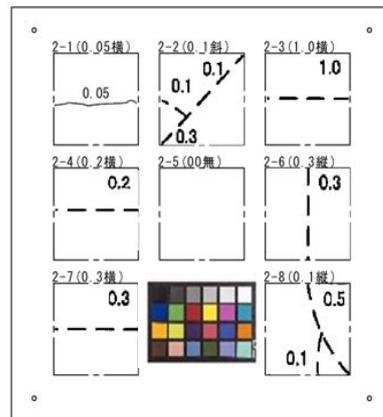
NO.2供試体

No. 2 基

凡例 1-1 (00縦)
模擬体No. (ひびわれ幅・方向)



NO.1供試体



NO.2供試体

- ① 計測器のセット(写真-1)
人の手から、ドローンを離陸させる。
- ② 試験体の①から試験体②間を撮影しながら飛行(写真-2、写真-3)
- ③ 試験体の撮影画像の確認

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



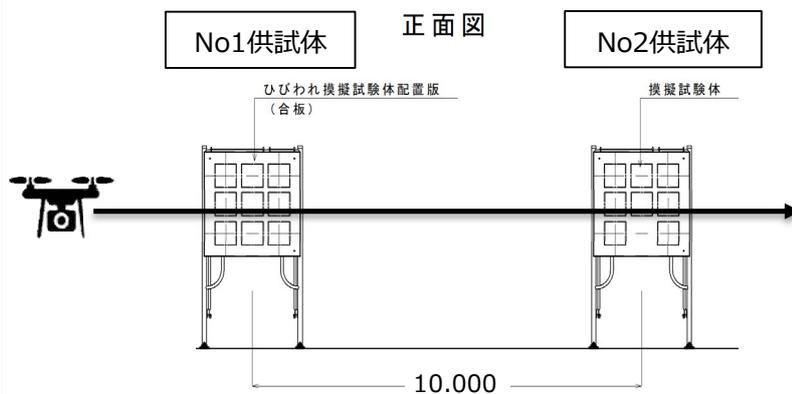
写真-2



写真-3

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

撮影速度



No1供試体～No2供試体の間（10.0m）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。

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。

最小ひび割れ幅・計測精度

計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
写真					
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3

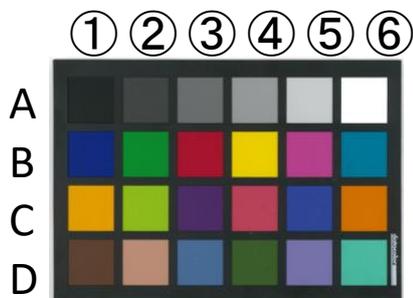
チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
写真					
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	

色識別性能

市販の24色のカラーチャートを使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者が提供しているRGB値を真値とする。



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

撮影速度

$$10.0 \div 60 = 0.17 \text{ m/sec}$$

- 検出可能な最小ひびわれ幅: 0.05mm
- 移動方向に垂直(水平)方向の視野: 200°
- 移動方向のラップ率: 60 %
- 移動距離: 10 m ■ 被写体距離: 2 m ■ 撮影時間: 60 秒
- 風速: 1.4 m/s

最小ひびわれ幅・計測精度

- 撮影速度: 0.17 m/s
- 被写体距離: 2.0 m ■ 照度: 253.2 lx ■ 風速: 1.3 m/s
- 気温: 11.1 °C
- レンズ焦点距離: 20mm(35mm相当) ■ シャッター速度: 1/120 秒
- 絞り: f 2.8 ■ ISO値: 1829
- フォーカス: オート mm ■ 画像Pixel数: 4056 x 3040

最小ひび割れ幅・計測精度

計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3
計測値	1.0	0.3	0.2	0.3	0.4

チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	
計測値	ひびわれなし	0.1	0.25	1.0	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	
計測値	0.1	0.3	1	0.4	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	
計測値	ひびわれなし	0.4	0.5	0.05	

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.095742711
0.1mm	0.16583124
0.2mm	0.132287566
0.3mm	0.141421356
1.0mm	0

色識別性能

■撮影速度: 0.17 m/s

■被写体距離: 2.0 m ■照度: 90.3 lx ■風速: 0.0 m/s

■気温: 9.1 °C

■レンズ焦点距離: 20mm(35mm相当) ■シャッター速度: 1/61 秒

■絞り: f 2.8 ■ISO値: 3205

■フォーカス: オート mm ■画像Pixel数: 4056 x 3040



開発者撮影



検証値

	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	25
A-2	80	59	80	61	78	64
A-3	122	108	118	113	116	112
A-4	161	147	157	149	154	155
A-5	202	183	198	193	195	203
A-6	249	222	242	225	238	229
B-1	25	9	55	19	135	141
B-2	57	39	146	143	64	52
B-3	186	190	26	43	51	54
B-4	245	226	205	205	0	45
B-5	192	186	75	63	145	139
B-6	0	5	127	109	159	163
C-1	238	230	158	168	25	37
C-2	157	152	188	188	54	46
C-3	83	88	58	34	106	98
C-4	195	191	79	65	95	98
C-5	58	51	88	48	159	154
C-6	222	196	118	108	32	20
D-1	112	108	76	62	60	43
D-2	197	201	145	147	125	139
D-3	87	48	120	98	155	150
D-4	82	59	106	91	60	35
D-5	126	116	125	103	174	172
D-6	98	54	187	173	166	199

技術番号	BR010009
------	----------

機種 J2

技術名	全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術	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2年 1 月 17 日	天候	晴れ	気温	9.9 °C	風速	1 m/s
-----	---------------	----	----	----	--------	----	-------

試験場所	施工技術総合研究所
------	-----------

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

- ・コンクリート壁面にマーカを3箇所設置する。
- ・P1の座標を(0,0)の基準とし、P2を既知点としP3の座標及びP1-P3間の距離を計測する。

- ① 計測器のセット(写真-1)
人の手から、ドローンを離陸させる。
- ② 3箇所のマーカを撮影しながら、飛行(写真-2、写真-3)
- ③ 試験体の撮影画像の確認

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



写真-2



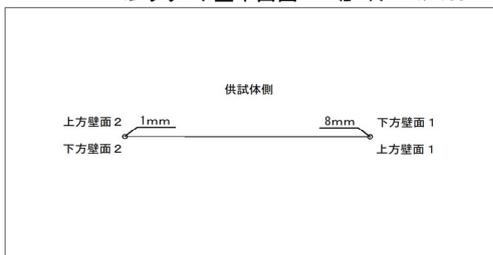
写真-3

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

長さ計測精度/位置精度

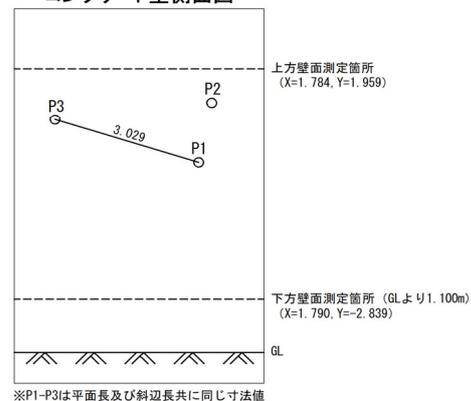
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標を真値とする。

コンクリート壁平面図 縮尺 = 1/100



※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

点名	X座標	Y座標	Z座標	距離 (P2 - P3)
	真値	真値	真値	真値
P1	0.000	0.000	0.000	
P2	0.261	1.252	0.001	
P3	-2.893	0.897	-0.002	3.029

長さ計測精度／位置精度

■撮影速度： 0.167 m/s

■被写体距離： 2 m ■照度： 16000 lx ■風速： 1.7 m/s

■気温： 14.6 °C

■レンズ焦点距離： 20(35mm相当) mm ■シャッター速度： 1/299 秒

■絞り： f 2.8 ■ISO値： 100

■フォーカス： オート mm ■画像Pixel数： 4056 x 3040



点名	X座標		Y座標		Z座標	
	座標値	P1との差(P1-X)	座標値	P1との差(P1-Y)	座標値	P1との差(P1-Z)
P1	288492.328	0	3898312.86	0	186.792	0
P2	288492.147	0.181	3898313.00	-0.143	188.107	-1.315
P3	288494.771	-2.443	3898314.82	-1.963	187.222	-0.43

【点間距離】

P1からP2までの距離 $1.335078649 \approx 1.335$

P1からP3までの距離 $3.163308079 \approx 3.163$

※3次元座標間の距離公式： $\sqrt{\{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + (z-z_1)^2\}}$ で計算

【点間比】

真値(P1-P2) : (P1-P3)	仮座標値(P1-P2) : (P1-P3)
1.279 : 3.029 → 1 : 2.368	1.335 : 3.163 → 1 : 2.369

上記の結果から、解析モデルにゆがみはなく、レンズ補正により点間距離を求める。

【レンズ補正（距離補正）】

P1-P2間の真値とデジタル解析寸法上の距離補正（レンズ補正）

$1.279/1.335 = 0.9581$

$0.9581 \times 3.163 = 3.030$

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-P3)		
	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	0.261			1.252			0.001	1.279		
P3	-2.893	-2.894	0.001	0.897	0.896	0.001	-0.002	3.029	3.030	99.97%

技術番号 BR010009

機種 J2

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 開発者名 株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

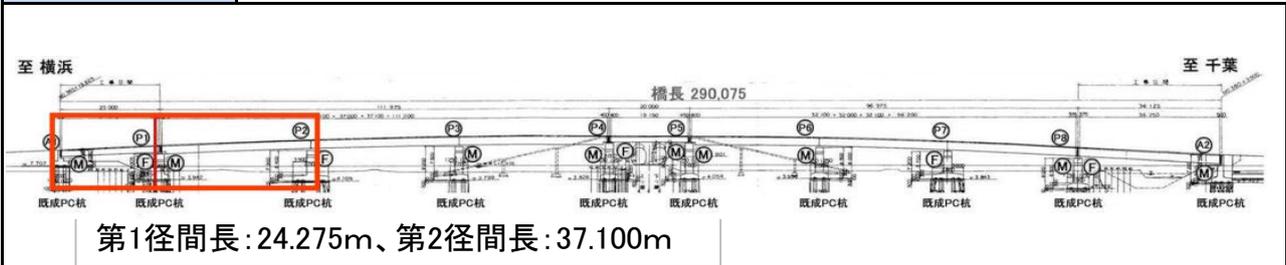
試験日 令和2年 1 月 22 日 天候 晴れ 気温 3.2 °C 風速 1 m/s

試験場所 実橋

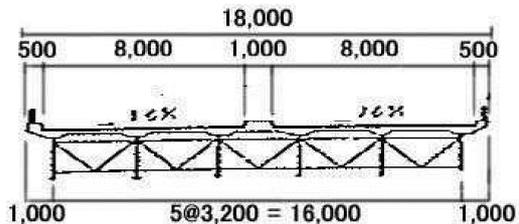
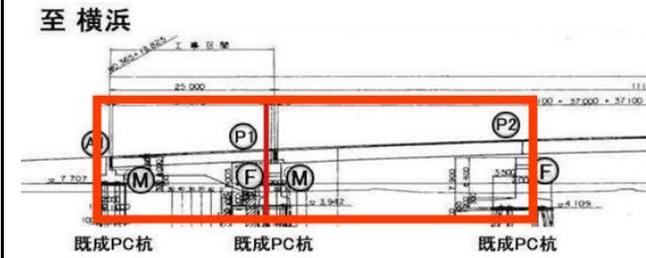
カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)
構造物近傍安定性能

対象構造物の概要



対象径間: 第1径間、第2径間



床版 Ds (要素番号図)

0101					
0201	0202	0203	0204	0205	0206
0301	0302	0303	0304	0305	0306
0401	0402	0403	0404	0405	0406
0501	0502	0503	0504	0505	0506
0601	0602	0603	0604	0605	0606
0701					

A1 P1

床版 Ds (要素番号図)

0101							
0201	0202	0203	0204	0205	0206	0207	0208
0301	0302	0303	0304	0305	0306	0307	0308
0401	0402	0403	0404	0405	0406	0407	0408
0501	0502	0503	0504	0505	0506	0507	0508
0601	0602	0603	0604	0605	0606	0607	0608
0701							

P1 P2

第1径間: 0504、0505、0506

第2径間: 0603、0604

対象径間: 第1径間、第2径間

計測対象部材: 床版(上記 赤枠内の5パネル)

- ① 機材搬入後、計測機器をケースより取り出し、本体底面にmicroSDカードを挿入する。(写真-1)
- ② 挿入が完了したら、付属バッテリーを装着し、タブレット端末と無線接続を行う。(写真-2)
- ③ 離発着は手のひらから実施する。(写真-2)
- ④ 飛行しながら撮影する。(写真-3、写真-4)
- 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-1



ドローン本体

写真-2



タブレット端末

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

第1径間: 桁下(写真-5)



写真-6

第2径間: 桁下(写真-6)

■ 構造物近傍安定性能

構造物(床版)までの距離: 50cm

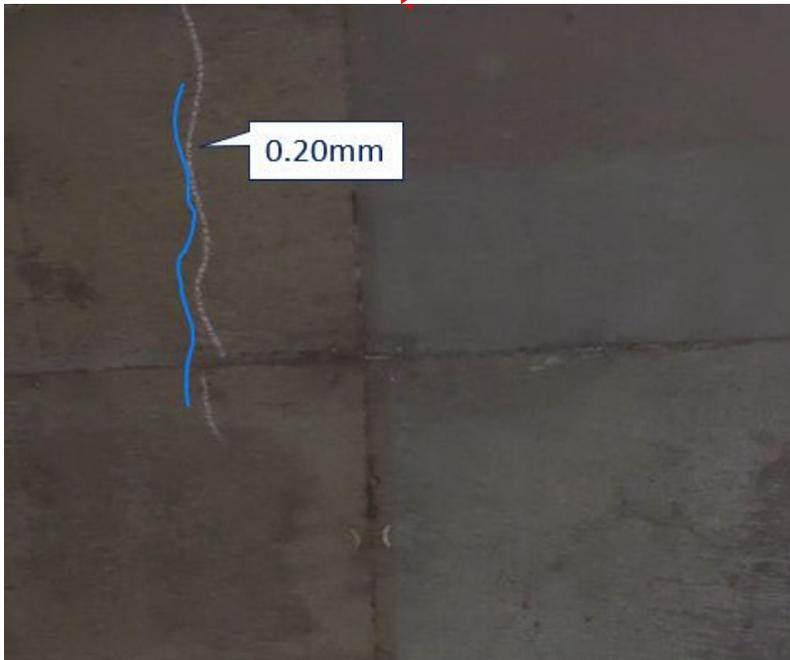
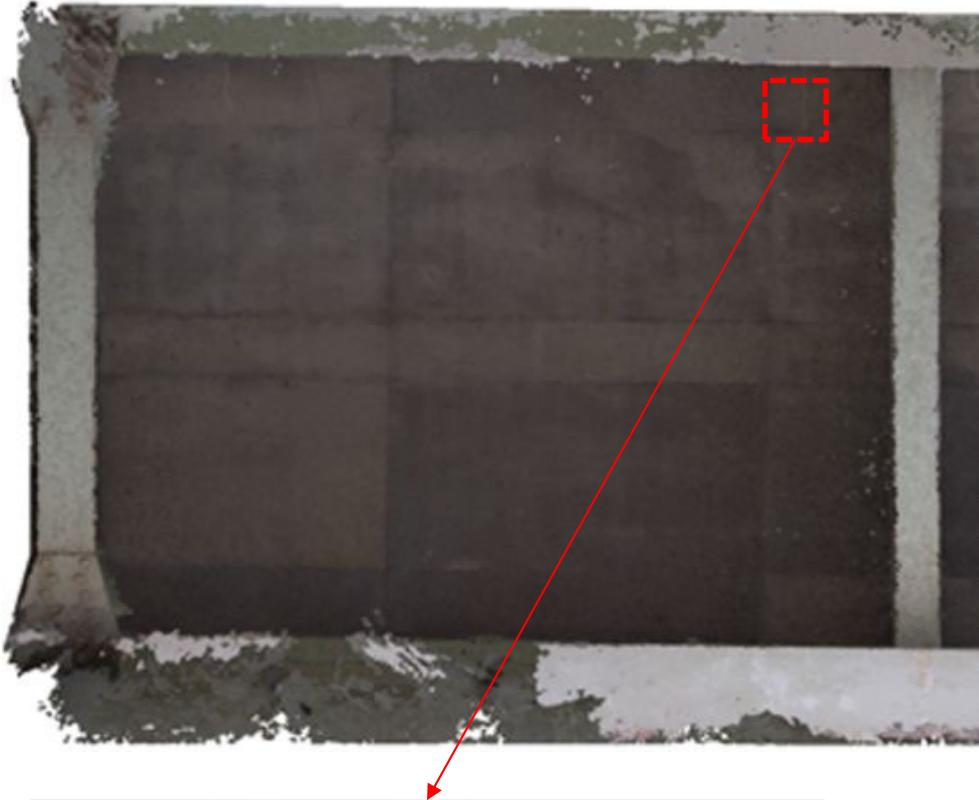
風速: 1.0m/s

停止飛行時: 水平移動無し



■計測結果

第1径間 0504 (上下反転により見下げ図としている)



ひびわれ幅 凡例	
—	0.10～0.19 mm
—	0.20～0.29 mm
—	0.30～0.39 mm
—	0.40～0.49 mm

※描画ソフトにてチョーキング

第1径間 0505 (上下反転により見下げ図としている)

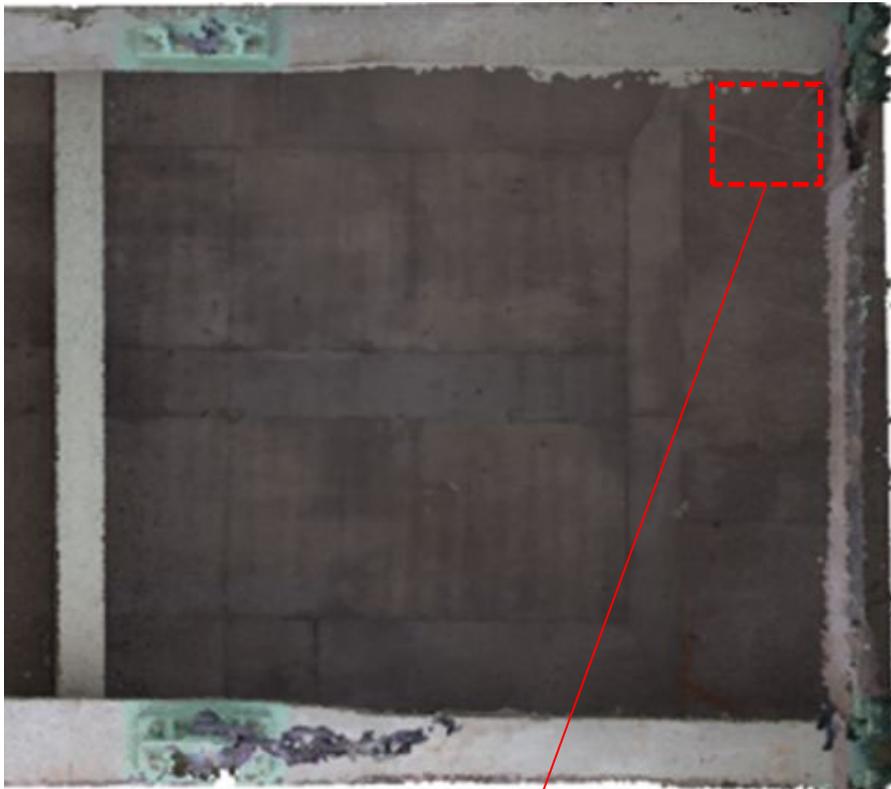


※描画ソフトにてチョーキング

ひびわれ幅 凡例

- 0.10～0.19 mm
- 0.20～0.29 mm
- 0.30～0.39 mm
- 0.40～0.49 mm

第1径間 0506 (上下反転により見下げ図としている)

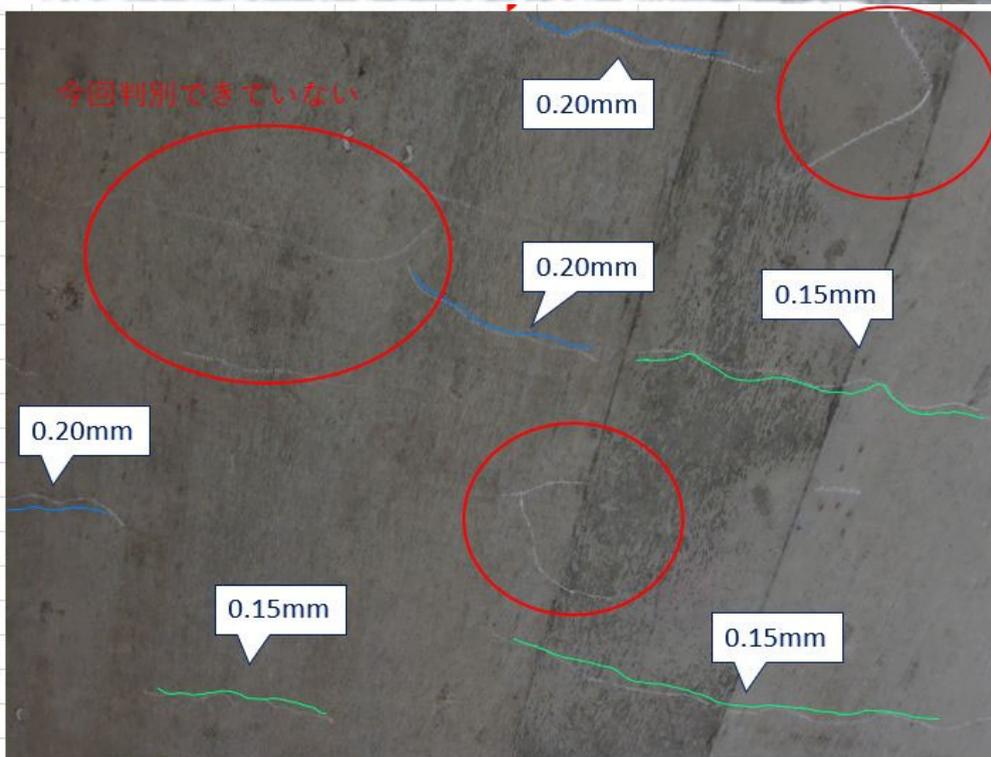
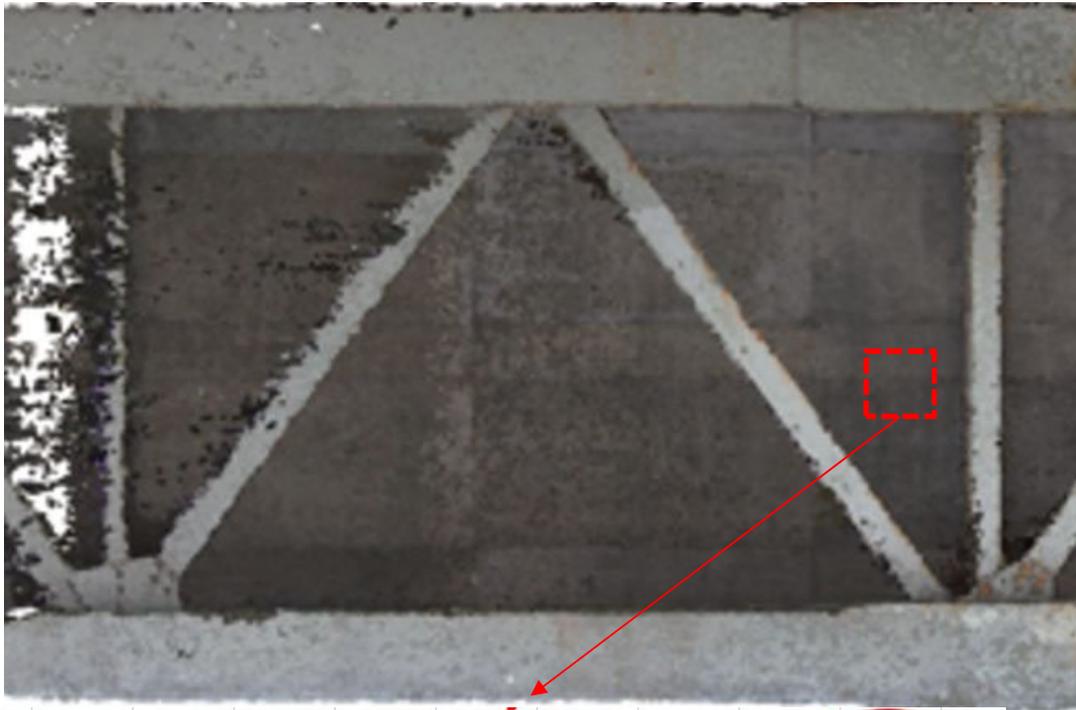


※描画ソフトにてチョーキング

ひびわれ幅 凡例

- 0.10～0.19 mm
- 0.20～0.29 mm
- 0.30～0.39 mm
- 0.40～0.49 mm

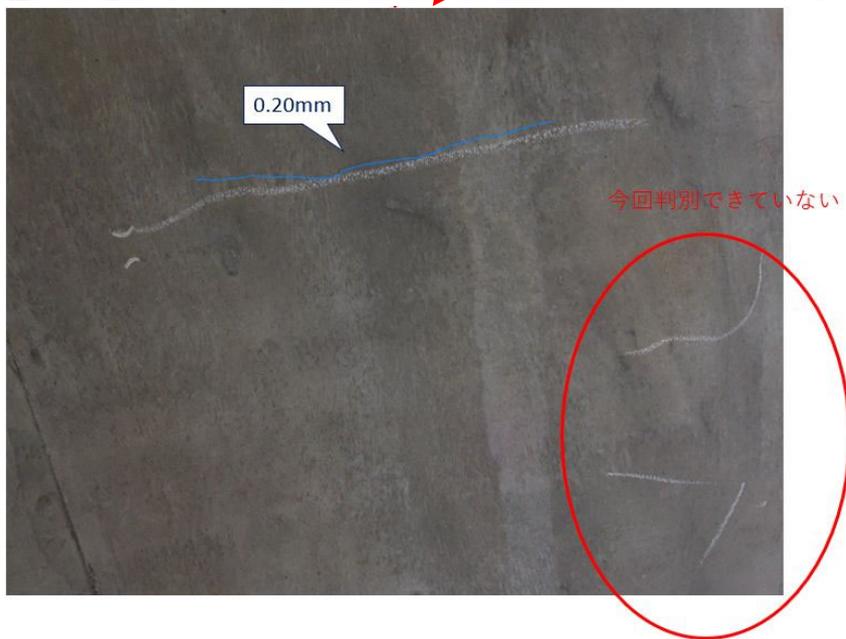
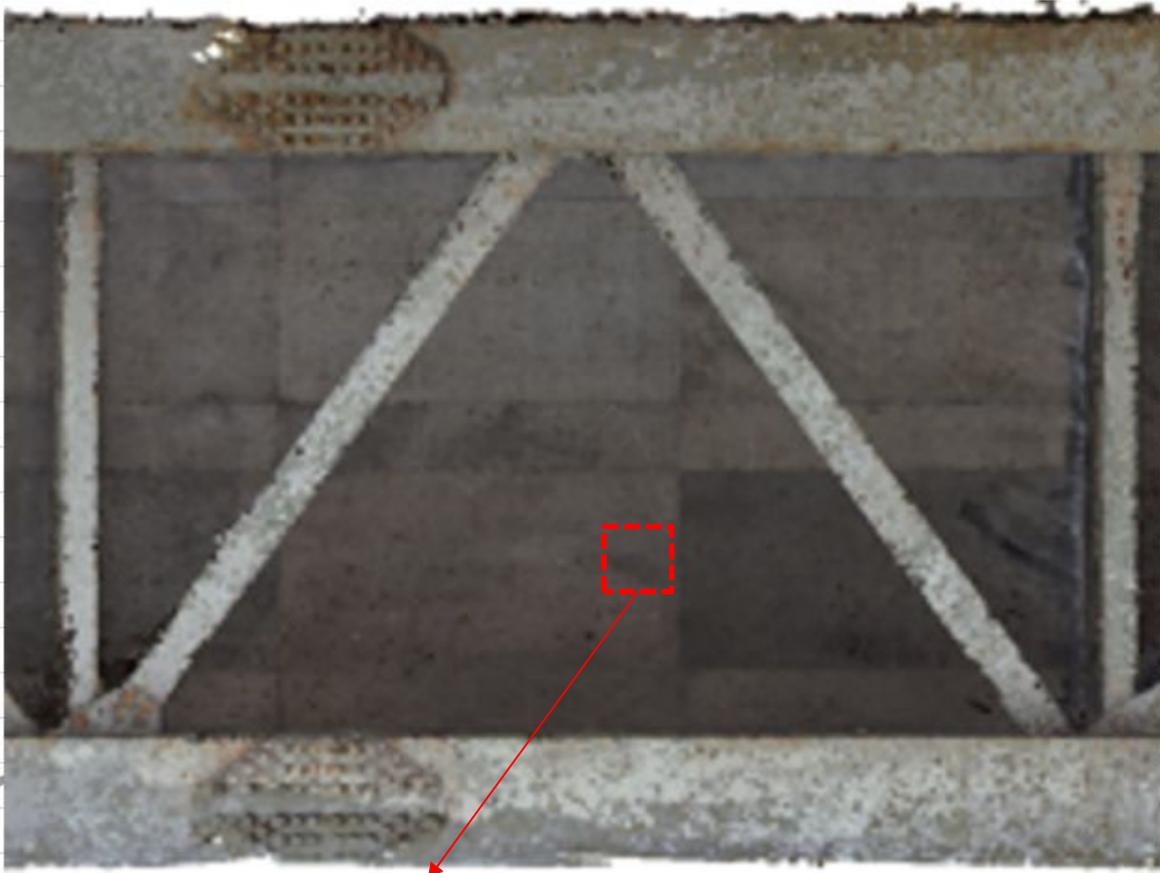
第2径間 0603 (上下反転により見下げ図としている)



※描画ソフトにてチョーキング

ひびわれ幅 凡例	
	0.10~0.19 mm
	0.20~0.29 mm
	0.30~0.39 mm
	0.40~0.49 mm

第2径間 0604 (上下反転により見下げ図としている)



※描画ソフトにてチョーキング

ひびわれ幅 凡例	
	0.10～0.19 mm
	0.20～0.29 mm
	0.30～0.39 mm
	0.40～0.49 mm

技術番号	BR010009
------	----------

機種 X2

技術名	全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術	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3年 3 月 25 日	天候	晴れ	気温	20.0 °C	風速	0.1 m/s
-----	---------------	----	----	----	---------	----	---------

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

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

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

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.00mm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)

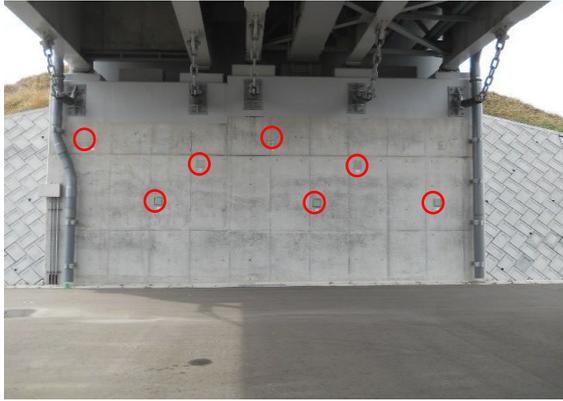


写真-1: A1橋台 (7パネル)

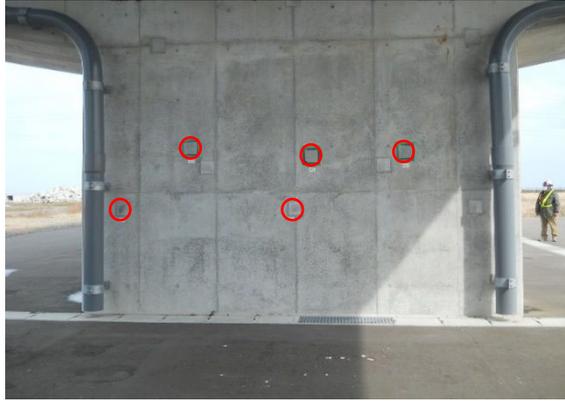


写真-2: P1橋脚 (起点側) (5パネル)



写真-3: P1橋脚 (終点側) (3パネル)

写真-4: パネル (抜粋 A3、M1)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面右からの配置)(写真-1)

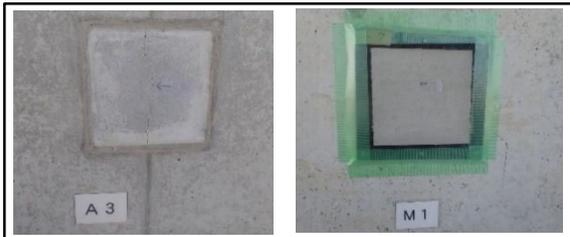
A1	M5	A2	A3	M2	A4	M1
横	横	縦	縦	斜	斜	縦

P1橋脚(起点側)(正面右からの配置)(写真-2)

F4	M4	F6	M6	M3
横	縦	横	斜	斜

P1橋脚(終点側)(正面右からの配置)(写真-3)

C2	C4	C5
斜	横	縦



- ① 計測器のセット:ドローン(写真-5)
- ② ドローンを飛行させ撮影する。(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)
- ④ 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)
- ⑤ 撮影状況(写真-10:P1橋脚配置の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

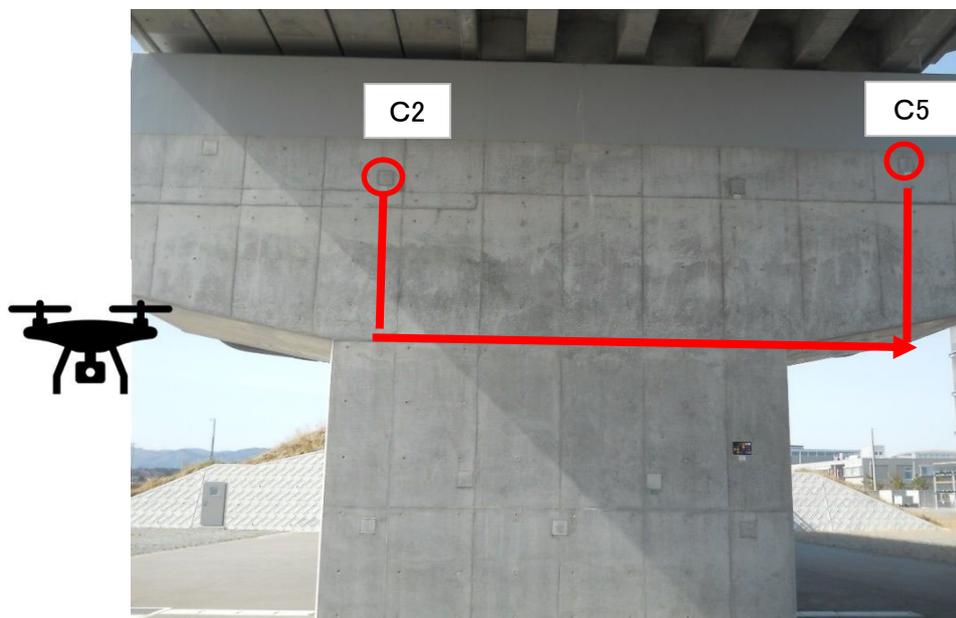


写真-9



写真-10

※撮影速度



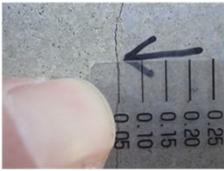
モルタルC2からC5間(飛行距離:6.0m)を通常撮影しながら移動して、
移動に要した時間(秒)を計測する。

速度(撮影速度) = $6.0\text{m} \div \text{所要時間(秒)}$

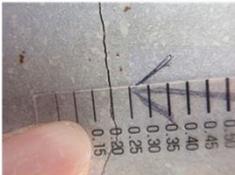
※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

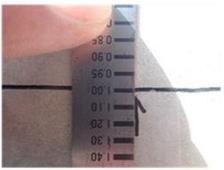
真値(ひびわれ幅)

チャート番号	M1	A1	M2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A2	F6	C2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.10	0.10	0.10

チャート番号	A3	C4	A4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.20	0.20	0.20

チャート番号	C5	F4	M3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.30	0.30	0.30

チャート番号	M4	M5	M6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.00	1.00	1.00

※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が提供している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

① ② ③ ④ ⑤ ⑥



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

※撮影速度

飛行距離: 6.0m、所要時間: 36秒

撮影速度 = $6.0 / 36 = 0.17\text{m/sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: ソニーIMX577

■被写体距離: 1.5~2.0 m ■照度: 11.9~76.8 kLux ■風速: 0.1~1.2 m/s

■気温: 20.0~20.9 °C

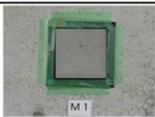
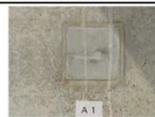
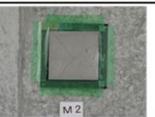
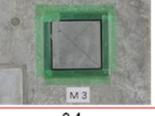
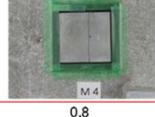
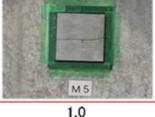
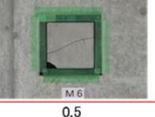
■焦点距離: 4 mm ■シャッター速度: 1/950 秒

■絞り: f 2.8 ■ISO値: 100

■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

計測値

チャート番号	M1	A1	M2
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
写真			
計測値	0.1	0.1	0.2
チャート番号	A2	F6	C2
方向	縦	横	斜
真値	0.10	0.10	0.10
写真			
計測値	0.2	0.1	0.1
チャート番号	A3	C4	A4
方向	縦	横	斜
真値	0.20	0.20	0.20
写真			
計測値	0.1	0.1	0.2
チャート番号	C5	F4	M3
方向	縦	横	斜
真値	0.30	0.30	0.30
写真			
計測値	0.2	0.2	0.4
チャート番号	M4	M5	M6
方向	縦	横	斜
真値	1.00	1.00	1.00
写真			
計測値	0.8	1.0	0.5

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.095742711
0.1mm	0.057735027
0.2mm	0.081649658
0.3mm	0.100000000
1.0mm	0.310912635

※色識別性能

■カメラ名称: ソニーIMX577

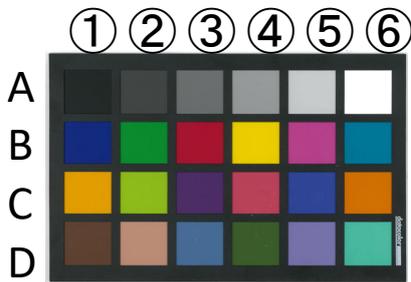
■被写体距離: 1.5~2.0 m ■照度: 13.4~76.8 kLux ■風速: 1.2 m/s

■気温: 20.9 °C

■焦点距離: 4 mm ■シャッター速度: 1/1000 秒

■絞り: f 2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4056 × 3040



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	22	41	21	43	26
A-2	80	38	80	36	78	41
A-3	122	64	118	65	116	69
A-4	161	107	157	108	154	113
A-5	202	138	198	141	195	146
A-6	249	169	242	172	238	177
B-1	25	14	55	22	135	95
B-2	57	21	146	97	64	33
B-3	186	131	26	15	51	28
B-4	245	174	205	147	0	14
B-5	192	134	75	27	145	99
B-6	0	0	127	79	159	112
C-1	238	171	158	117	25	21
C-2	157	107	188	136	54	30
C-3	83	41	58	18	106	62
C-4	195	151	79	36	95	53
C-5	58	21	88	34	159	113
C-6	222	149	118	66	32	16
D-1	112	54	76	35	60	28
D-2	197	138	145	99	125	84
D-3	87	37	120	64	155	117
D-4	82	35	106	49	60	24
D-5	126	67	125	69	174	130
D-6	98	41	187	138	166	127

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	18	41	18	43	20
A-2	80	45	80	45	78	47
A-3	122	87	118	88	116	93
A-4	161	133	157	134	154	139
A-5	202	173	198	176	195	181
A-6	249	206	242	207	238	209
B-1	25	8	55	28	135	117
B-2	57	27	146	125	64	40
B-3	186	163	26	19	51	37
B-4	245	207	205	181	0	10
B-5	192	174	75	41	145	130
B-6	0	2	127	113	159	141
C-1	238	205	158	140	25	20
C-2	157	138	188	170	54	33
C-3	83	51	58	22	106	78
C-4	195	186	79	46	95	72
C-5	58	30	88	50	159	139
C-6	222	195	118	97	32	22
D-1	112	74	76	44	60	36
D-2	197	171	145	125	125	110
D-3	87	44	120	92	155	141
D-4	82	45	106	67	60	31
D-5	126	93	125	98	174	154
D-6	98	53	187	174	166	157

技術番号	BR010009
------	----------

機種 X2

技術名	全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術	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3年 3 月 25 日	天候	晴れ	気温	20.0 °C	風速	0.1 m/s
-----	---------------	----	----	----	---------	----	---------

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

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

試験で確認する カタログ項目	長さ計測精度 位置精度
-------------------	----------------

対象構造物の概要

※検証試験体

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

〇〇橋
P〇〇
Pw3896

中心座標

写真-1

- ① 計測器のセット:ドローン(写真-2)
- ② ドローンを飛行させ撮影する。(写真-3)
- ③ A2橋台配置のマーカ3点を確認する。(写真-4)
- ④ 撮影状況(写真-5: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。(写真-6)

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3

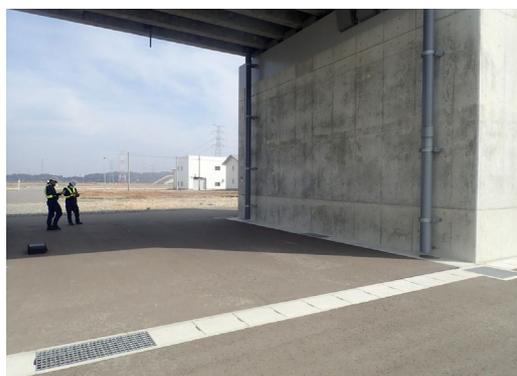


写真-4

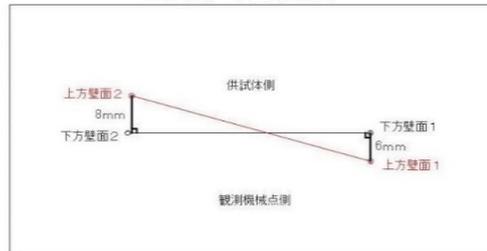


写真-5

※長さ計測精度/位置精度

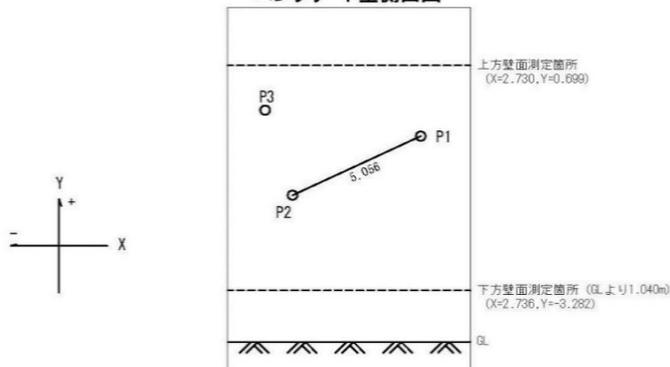
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※X軸は下方壁面方向を基準とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-4.456	-2.389	0.005
P3	-5.105	+0.464	-0.004

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: ソニーIMX577

■被写体距離: 4.0 m ■照度: 14.7~40.7 kLux ■風速: 1.6 m/s

■気温: 18.4 °C

■焦点距離: 4 mm ■シャッター速度: 1/120 秒

■絞り: f 2.8 ■ISO値: 100

■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ス座標値

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	-4.456	-4.442	-0.014	-2.389	-2.238	-0.151	0.005	5.056	4.974	98.38%
P3	-5.105			0.464			-0.004			

技術番号 BR010009

機種 S2+

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術

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 °C

風速 3.5 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

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

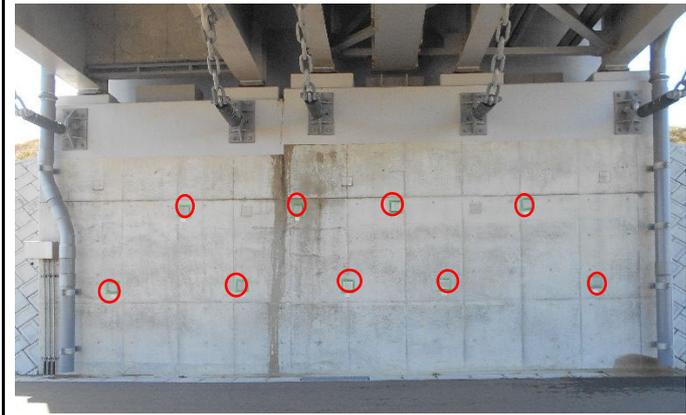


写真-1: A1橋台 (9パネル)

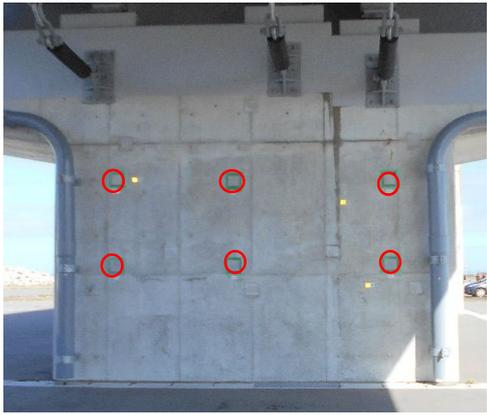


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

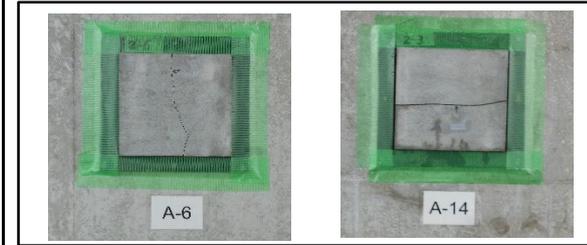
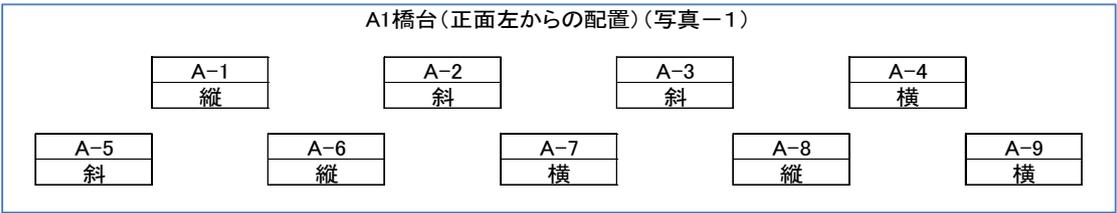
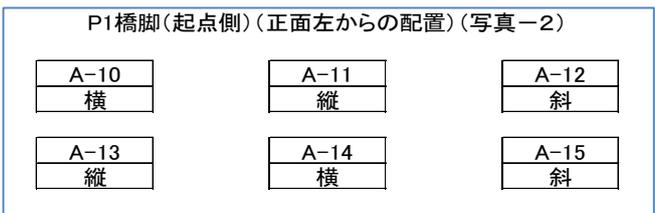


写真-3: パネル(抜粋A-6、A-14)



- | | |
|---|---|
| ① | 基準尺の設置(写真-4) |
| ② | 機器の搬入(写真-5:ドローン本体、PCタブレット) |
| ③ | 撮影状況(写真-6:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影、写真-7:P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影) |
| ④ | 撮影状況(写真-8、-9:カラーチャートの撮影(写真-8:C1)(写真-9: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

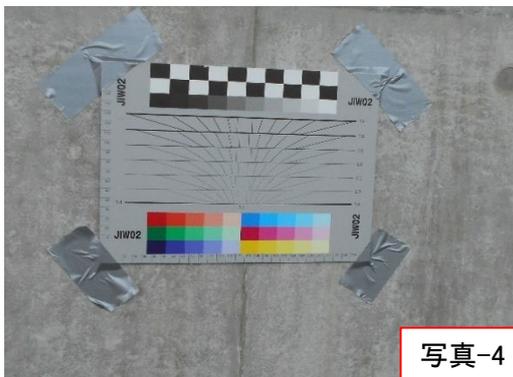


写真-4



写真-5



写真-6



写真-7

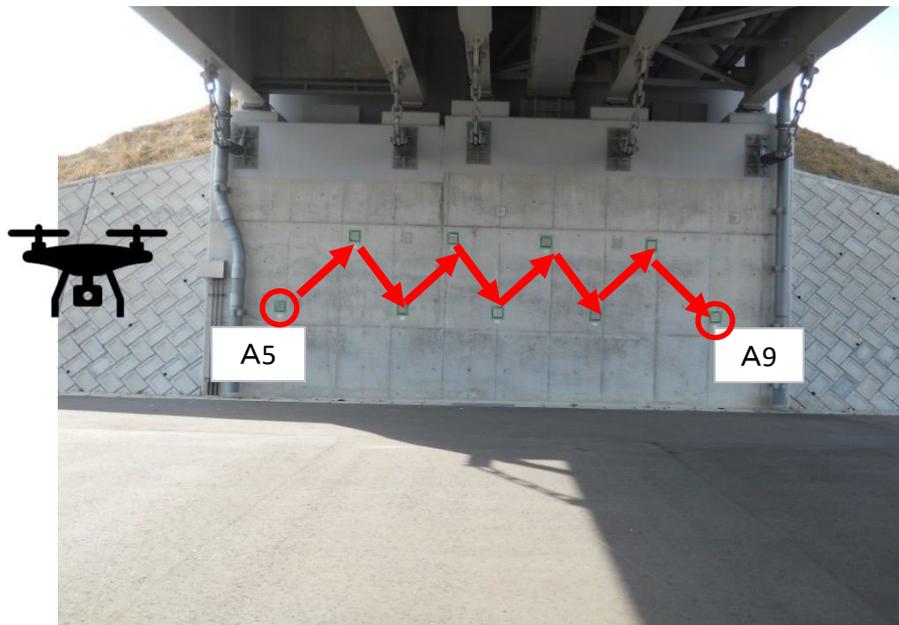


写真-8



写真-9

※撮影速度



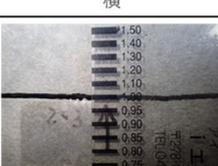
モルタルA5からA9間(飛行距離: $1.5 \times 8 = 12\text{m}$)を通常撮影しながら移動して、
移動に要した時間(秒)を計測する。

速度(撮影速度) = $12.0\text{m} \div \text{所要時間(秒)}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

チャート番号	A11	A4	A2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	A1	A10	A12
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	A8	A9	A3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	A6	A7	A15
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A13	A14	A5
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

※色識別性能

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

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



写真-11



写真-12 □:C1

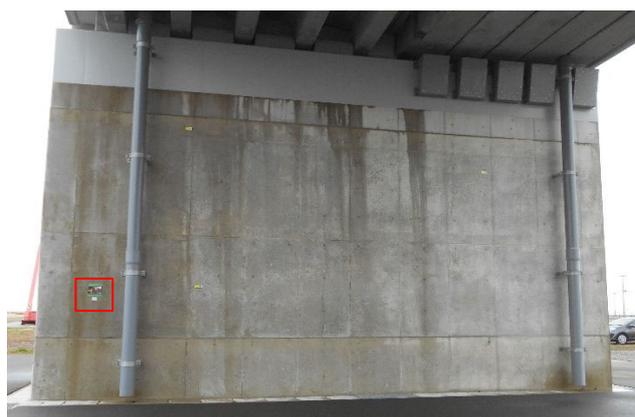


写真-13 □:C2

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

※撮影速度

飛行距離:12.0m、所要時間2分20秒(140秒)

撮影速度=12.0/140=0.086m/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: UMC-R10C(SONY製)

■被写体距離: 2.7 m ■照度: 8.8~79.7 kLux ■風速: 0.3~1.2 m/s

■気温: 16.2~18.1 °C

■焦点距離: 52.5 mm ■シャッター速度: 1/2000 秒

■絞り: f 4.0 ■ISO値: 自動

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5456×3632

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	0.2	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	0.15	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	0.4	0.25	0.25
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	0.45	0.5	0.45
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	0.85	0.9	0.9

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.095742711
0.1mm	0.132287566
0.2mm	0.122474487
0.3mm	0.168325082
1.0mm	0.119023807

※色識別性能

■ カメラ名称: UMC-R10C(SONY製)

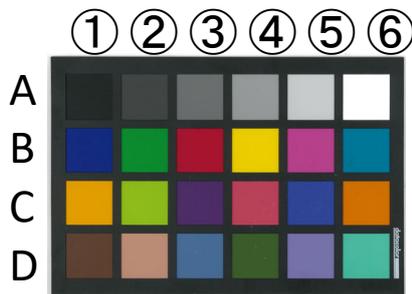
■ 被写体距離: 2.7 m ■ 照度: 13.1~79.7 kLux ■ 風速: 1.2 m/s

■ 気温: 18.1 °C

■ 焦点距離: 52.5 mm ■ シャッター速度: 1/2000 秒

■ 絞り: f 4.0 ■ ISO値: 自動

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 5456 × 3632



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	17	41	16	43	21
A-2	80	33	80	37	78	38
A-3	122	61	118	65	116	68
A-4	161	110	157	115	154	119
A-5	202	147	198	150	195	155
A-6	249	186	242	186	238	192
B-1	25	2	55	18	135	96
B-2	57	25	146	105	64	32
B-3	186	136	26	14	51	27
B-4	245	183	205	156	0	13
B-5	192	148	75	32	145	113
B-6	0	3	127	89	159	124
C-1	238	176	158	121	25	14
C-2	157	120	188	145	54	28
C-3	83	57	58	15	106	65
C-4	195	149	79	37	95	53
C-5	58	17	88	38	159	119
C-6	222	160	118	69	32	11
D-1	112	61	76	33	60	29
D-2	197	146	145	107	125	92
D-3	87	33	120	65	155	119
D-4	82	38	106	53	60	22
D-5	126	76	125	71	174	138
D-6	98	53	187	148	166	136

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	50	41	54	43	13
A-2	80	74	80	81	78	97
A-3	122	126	118	134	116	147
A-4	161	175	157	183	154	202
A-5	202	207	198	215	195	236
A-6	249	250	242	255	238	255
B-1	25	13	55	42	135	180
B-2	57	60	146	188	64	95
B-3	186	222	26	42	51	77
B-4	245	250	205	226	0	56
B-5	192	219	75	71	145	193
B-6	0	0	127	152	159	202
C-1	238	248	158	195	25	63
C-2	157	194	188	224	54	92
C-3	83	118	58	37	106	140
C-4	195	228	79	92	95	130
C-5	58	41	88	86	159	213
C-6	222	230	118	140	32	46
D-1	112	129	76	80	60	75
D-2	197	214	145	173	125	167
D-3	87	84	120	136	155	212
D-4	82	72	106	112	60	60
D-5	126	133	125	138	174	223
D-6	98	106	187	220	166	220

技術番号 BR010009

機種 S2+

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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 °C 風速 3.5 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

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

写真-1

試験方法(手順)	技術番号	BR010009
① 機器の搬入(写真-2:ドローン本体、PCタブレット)		
② 撮影状況:PCタブレットで画像を確認(写真-3:操作者)		
③ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)		
④ 撮影作用:ドローンの着陸(写真-5)		
⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。		

開発者による計測機器の設置状況



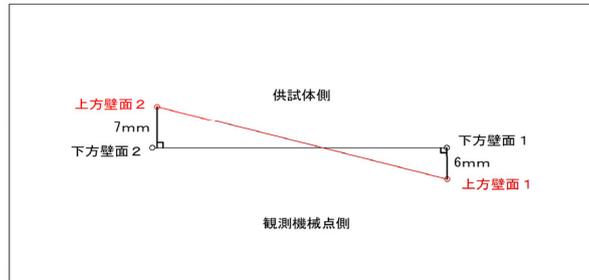
○ :ドローンの飛行



※長さ計測精度/位置精度

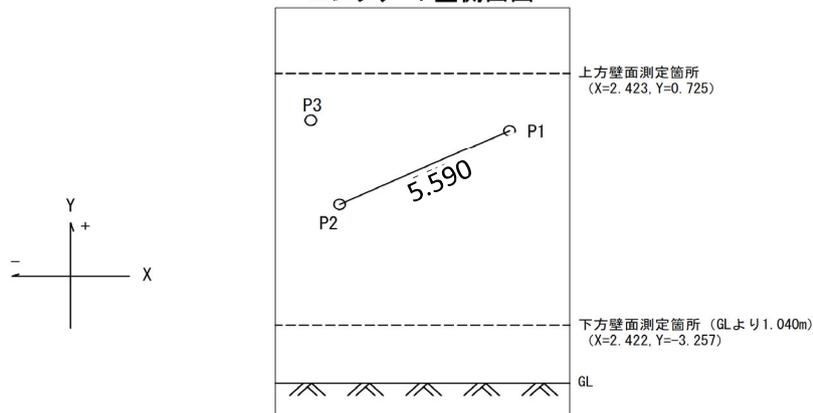
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカース座標値

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

※長さ計測精度/位置精度

■ カメラ名称:

■被写体距離: 2.7 m ■照度: 13.1~79.7 kLux ■風速: 1.2 m/s

■気温: 18.1 °C

■焦点距離: 52.5 mm ■シャッター速度: 1/2000 秒

■絞り: f 4.0 ■ISO値: 自動

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5456 × 3632



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	-5.045	-0.032	-2.340	-2.150	-0.190	0.000	5.590	5.484	98.10%
P3	-5.323	-5.323		0.506	0.506		-0.007			

技術番号 BR010009

機種 S2+

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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 °C 風速 3.5 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 構造物近傍安定性能
進入可能性

対象構造物の概要

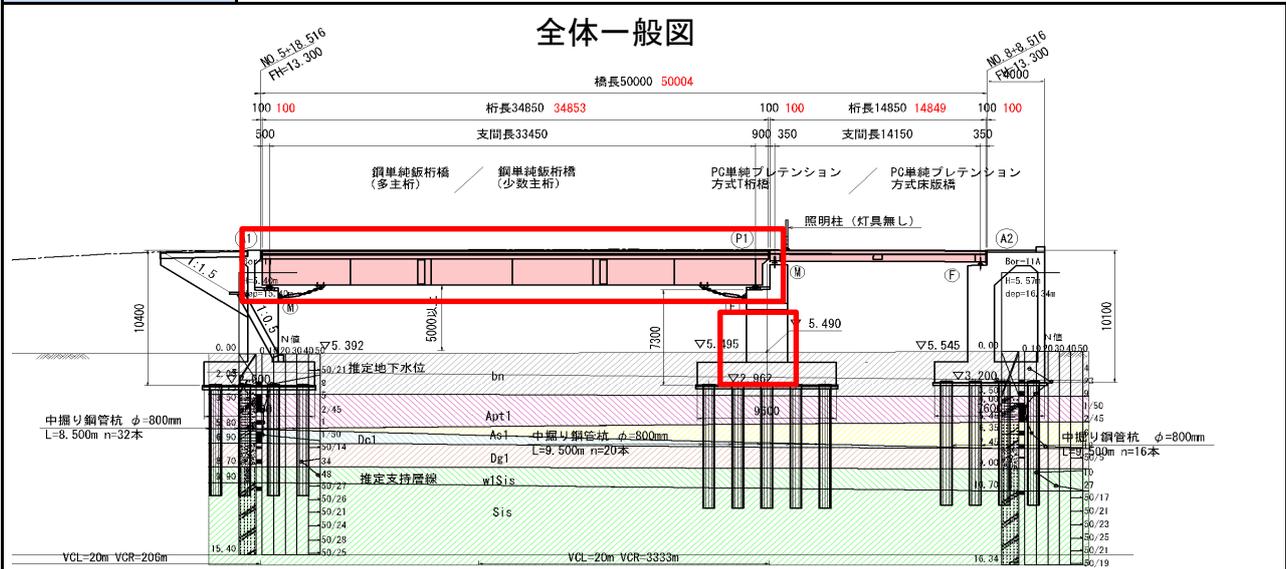


写真-1 全体写真

対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

試験方法(手順)	技術番号	BR010009
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

○ドローンの飛行



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

※構造物近傍安定性能

構造物までの距離:0.5m

風速:3.8m/s

停止飛行時:水平移動無し

ホバリング:60秒間

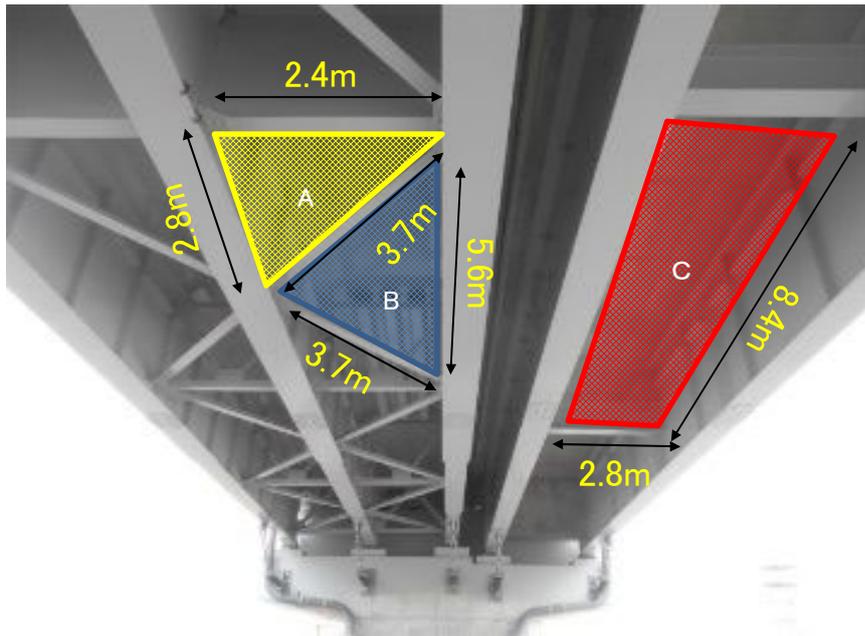


※進入可能性能

<桁間に進入>

風速: 4.7m/s

5.6m × 3.7m × 3.7m 進入可能(平面寸法B)



技術番号 BR010009

機種 S2+

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術

開発者名 株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

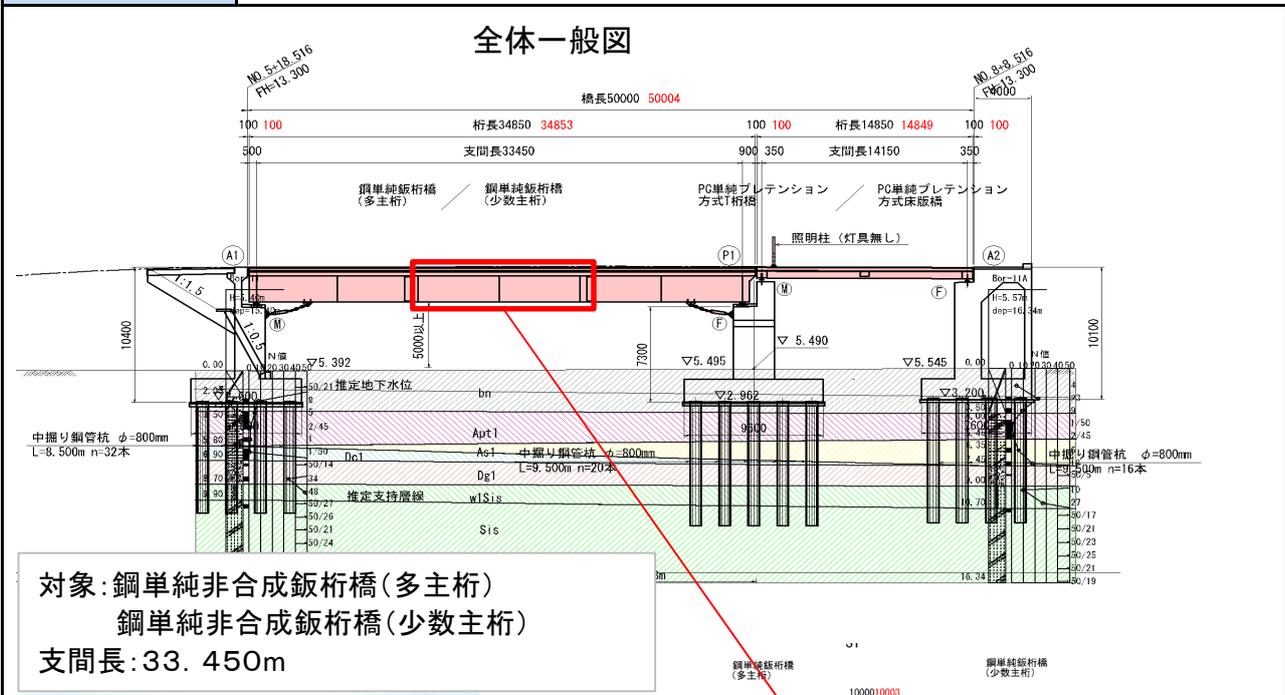
試験日 令和4年 4月 5日 天候 曇り 気温 14.2 °C 風速 3.5 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 検出項目 ひびわれ 試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要



対象: 鋼単純非合成鈹桁橋 (多主桁)
鋼単純非合成鈹桁橋 (少数主桁)
支間長: 33.450m

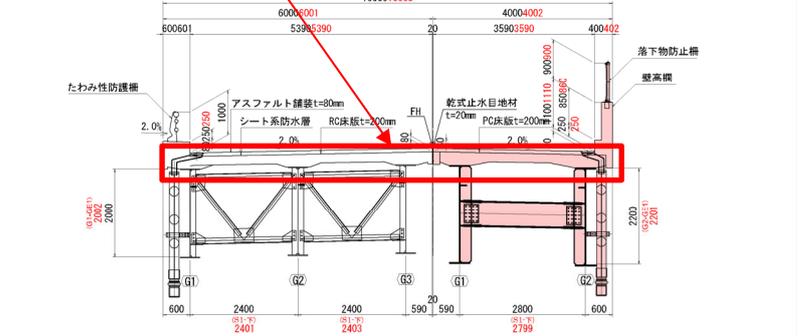


写真-1 全体写真

対象径間: 第1径間 計測対象部材: 床版下面(上記 赤色内)

- 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: UMC-R10C(SONY製)

■ 被写体距離: 2.7 m ■ 照度: 13.1~79.7 kLux ■ 風速: 1.2 m/s

■ 気温: 18.1 °C

■ 焦点距離: 52.5 mm ■ シャッター速度: 1/2000 秒

■ 絞り: f 4.0 ■ ISO値: 自動

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 5456 × 3632

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



写真-6

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁)(写真-6)



写真-7

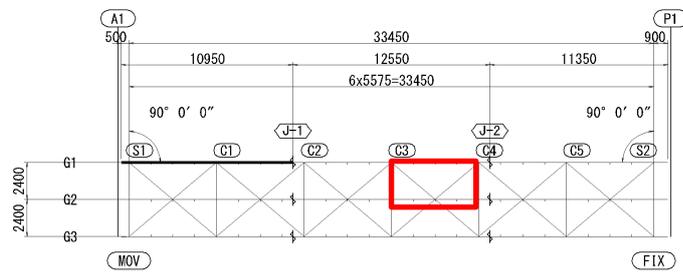
鋼単純非合成鈹桁橋(少数主桁)(写真-7)

※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

①鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

配置図



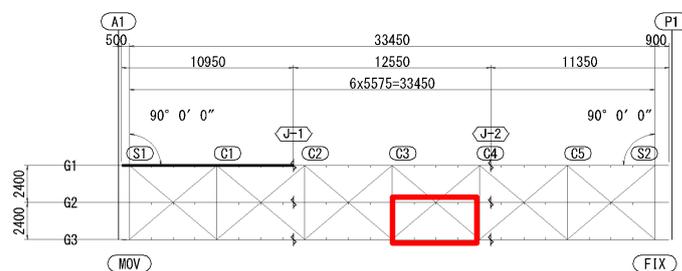
ひびわれ幅 凡例

白色 0.1~0.20mm

※計測結果

②鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G2-G3間)

配置図



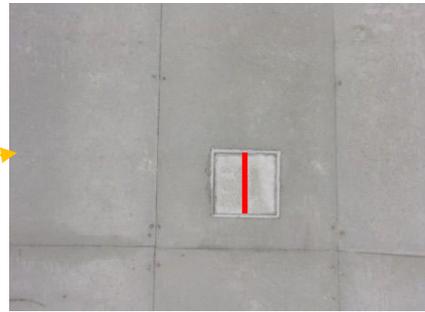
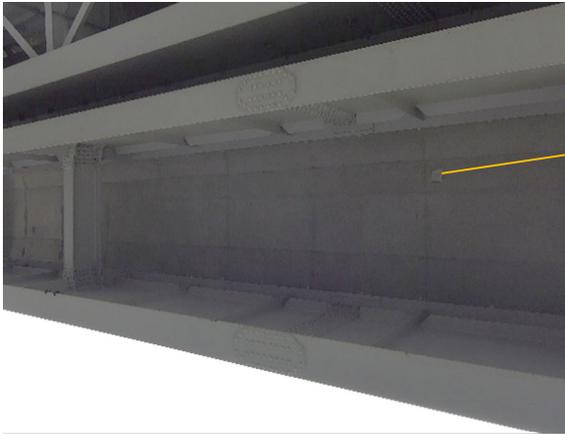
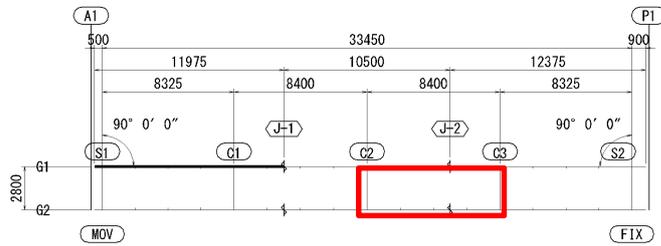
ひびわれ幅 凡例

白色 0.1~0.20mm

※計測結果

③鋼単純非合成鈹桁橋(少数主桁) (G1-G2間)

配置図



ひびわれ幅 凡例

赤色 0.20~0.30mm

技術番号 BR010009

機種 X10

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 1 月 11 日 天候 晴れ 気温 - °C 風速 - m/s

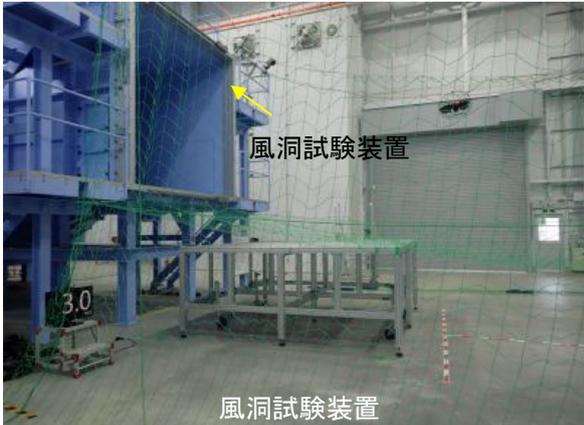
試験場所 福島ロボットテストフィールド風洞棟

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

試験で確認する
カタログ項目 安定性能(人工風)

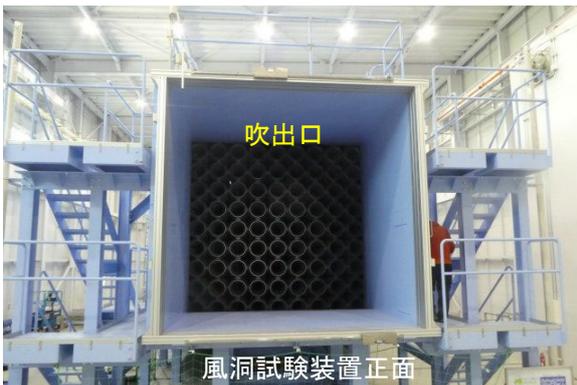
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞棟仕様

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



一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

試験方法(手順)	技術番号	BR010009
①	ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカを貼り付ける。(写真-1)	
②	吹出口の中心にドローンを正面向きにホバリングする。(写真-2)	
③	ホバリング後、風速3m/sの突風を発生させ、移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。(写真-3)(写真-4)	
④	②、③について、ドローンを横向きにホバリングし、同様の作業を実施する。	
⑤	②～④について、風速5m/sおよび、8m/sの場合も同様に実施する。	

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



写真-2

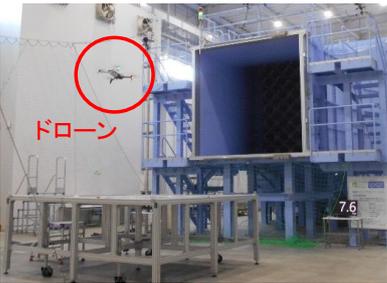


写真-3

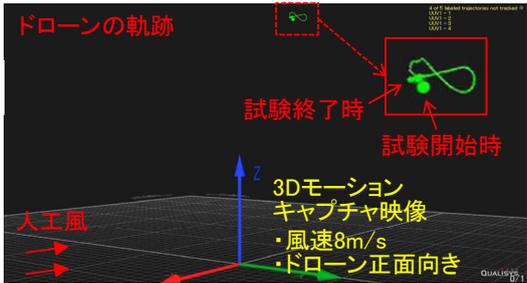


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

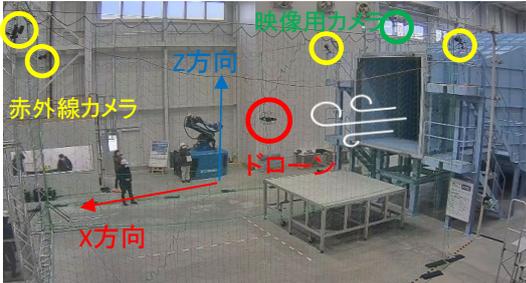


写真-5

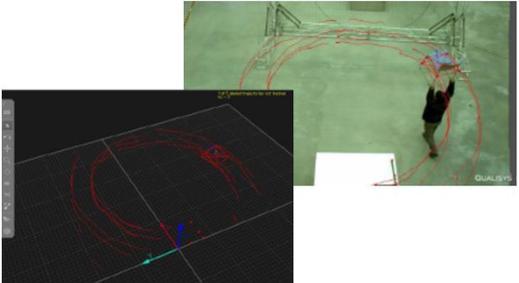


写真-6

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

※安定性能

風速:3.0m/s

正面

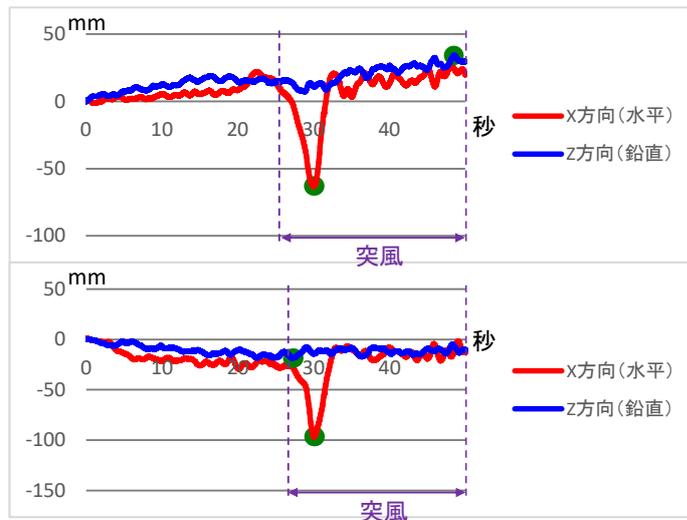
水平方向 最大移動量 6cm

鉛直方向 最大移動量 3cm

側面

水平方向 最大移動量 10cm

鉛直方向 最大移動量 2cm



風速:5.0m/s

正面

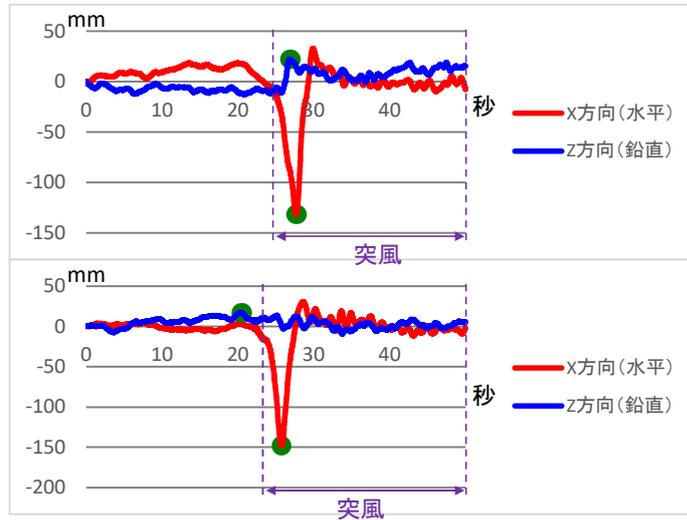
水平方向 最大移動量 13cm

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

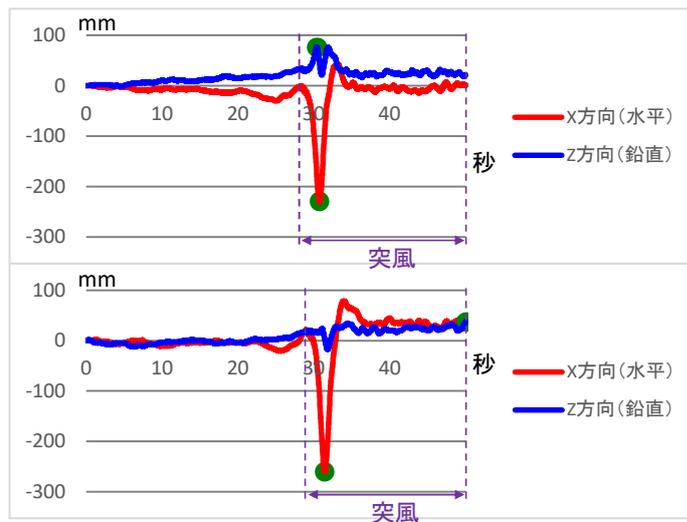
水平方向 最大移動量 23cm

鉛直方向 最大移動量 8cm

側面

水平方向 最大移動量 26cm

鉛直方向 最大移動量 4cm



技術番号 BR010009

機種 X10

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 1 月 11 日 天候 晴れ 気温 6.5 °C 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、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネルをA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3 ○:パネル)

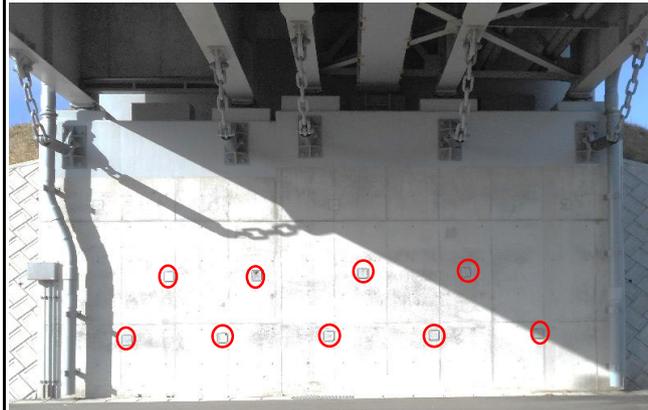


写真-1: A1橋台 (9パネル)

写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

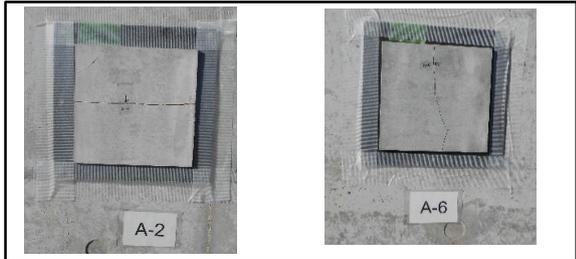
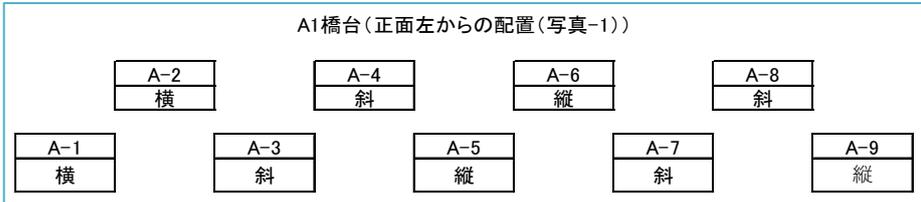


写真-3: パネル(抜粋 A-2、A-6)



試験方法(手順)	技術番号	BR010009
① 機器の搬入(左:コントローラ、右:ドローン)(写真-4)		
② 測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)		
③ 測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)		
④ 測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)		
⑤ 計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。		

開発者による計測機器の設置状況



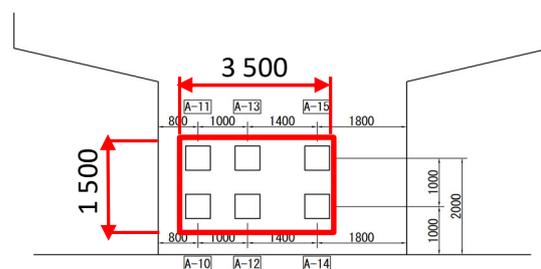
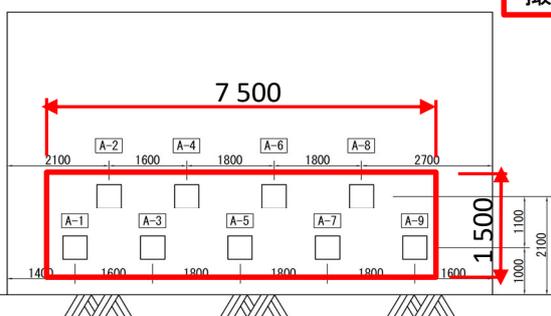
※撮影速度



A1橋台

撮影範囲

P1橋脚



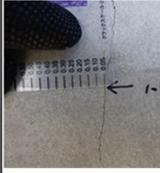
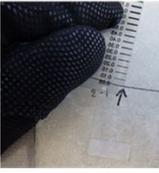
撮影面積(7.5×1.5+3.5×1.5=16.5m²)を飛行しながら移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 16.5\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

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

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-8)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所

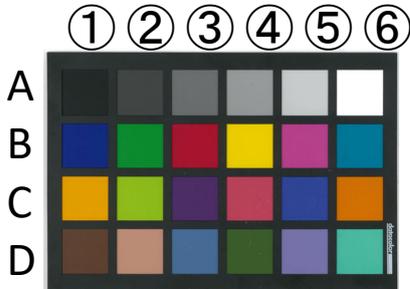


写真-8

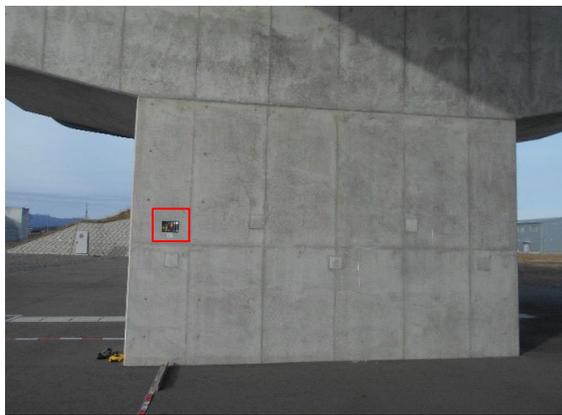


写真-9 □:K1



写真-10 □:K2

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

※撮影速度

撮影面積: 16.5m²、撮影時間: A1(7分36秒)、P1(3分51秒) = 11分27秒 = 687秒(687sec)

撮影速度 = 16.5 / 687 = 0.024m²/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: 6.60~63.8 kLux ■風速: 0.0~5.5 m/s

■気温: 6.2~6.5 °C

■焦点距離: 10mm ■シャッター速度: 1/120

■絞り: f 1.8 ■ISO値: 200

■フォーカス: auto ■画像Pixel数: 9248x6944

チャート番号	A-9	A-13	A-11
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.05	0.15	0.1
チャート番号	A-10	A-14	A-3
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.15	0.05	0.1
チャート番号	A-5	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.15	0.2	0.2
チャート番号	A-6	A-2	A-4
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A-12	A-1	A-7
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.0	1.0	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.06mm
0.1mm	0.04mm
0.2mm	0.03mm
0.3mm	0.03mm
1.0mm	0.00mm

※色識別性能

■カメラ名称: : sony imx686

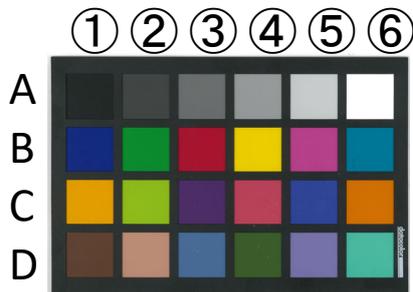
■被写体距離: 3 m ■照度: 10.7~42.4 kLux ■風速: 0.0~2.5 m/s

■気温: 6.2 °C

■焦点距離: 10mm ■シャッター速度: 1/120

■絞り: f 1.8 ■ISO値: 200

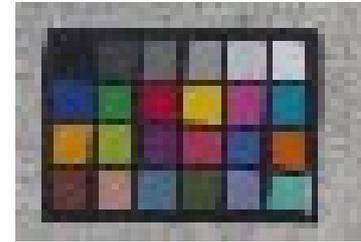
■フォーカス: auto ■画像Pixel数: 9248x6944



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	37	41	41	43	44
A-2	80	58	80	62	78	65
A-3	122	96	118	100	116	103
A-4	161	131	157	132	154	137
A-5	202	172	198	175	195	180
A-6	249	196	242	197	238	202
B-1	25	30	55	57	135	126
B-2	57	44	146	119	64	60
B-3	186	156	26	14	51	54
B-4	245	195	205	166	0	2
B-5	192	158	75	59	145	124
B-6	0	8	127	118	159	143
C-1	238	183	158	121	25	8
C-2	157	131	188	150	54	42
C-3	83	83	58	45	106	92
C-4	195	163	79	49	95	82
C-5	58	51	88	77	159	136
C-6	222	170	118	77	32	18
D-1	112	95	76	60	60	56
D-2	197	161	145	117	125	114
D-3	87	69	120	104	155	132
D-4	82	65	106	78	60	52
D-5	126	106	125	108	174	146
D-6	98	83	187	160	166	152

K1:オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	31	41	36	43	38
A-2	80	56	80	59	78	62
A-3	122	100	118	104	116	107
A-4	161	134	157	135	154	141
A-5	202	176	198	177	195	181
A-6	249	198	242	197	238	203
B-1	25	29	55	56	135	125
B-2	57	52	146	126	64	65
B-3	186	157	26	16	51	54
B-4	245	194	205	165	0	0
B-5	192	163	75	61	145	128
B-6	0	11	127	121	159	144
C-1	238	187	158	124	25	9
C-2	157	130	188	149	54	41
C-3	83	81	58	43	106	90
C-4	195	163	79	48	95	81
C-5	58	50	88	81	159	138
C-6	222	171	118	77	32	15
D-1	112	94	76	57	60	51
D-2	197	163	145	118	125	115
D-3	87	73	120	107	155	135
D-4	82	67	106	83	60	54
D-5	126	113	125	114	174	152
D-6	98	79	187	156	166	146

※色識別性能

■カメラ名称: : Sony IMX686

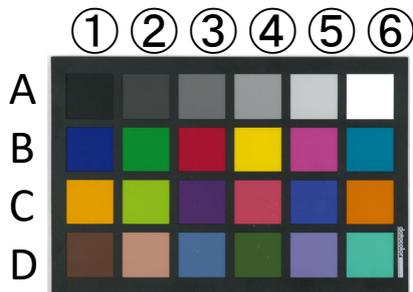
■被写体距離: 3 m ■照度: 10.7~42.4 kLux ■風速: 0.0~2.5 m/s

■気温: 6.2 °C

■焦点距離: 10 ■シャッター速度: オート

■絞り: f 1.8 ■ISO値: 200

■フォーカス: オート ■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	38	41	41	43	48
A-2	80	71	80	74	78	83
A-3	122	101	118	104	116	111
A-4	161	138	157	142	154	153
A-5	202	175	198	179	195	190
A-6	249	198	242	200	238	212
B-1	25	19	55	63	135	136
B-2	57	50	146	124	64	61
B-3	186	161	26	21	51	50
B-4	245	205	205	173	0	4
B-5	192	162	75	62	145	134
B-6	0	4	127	129	159	159
C-1	238	197	158	132	25	4
C-2	157	139	188	160	54	19
C-3	83	86	58	49	106	103
C-4	195	168	79	59	95	88
C-5	58	48	88	89	159	153
C-6	222	182	118	88	32	0
D-1	112	98	76	63	60	59
D-2	197	171	145	130	125	124
D-3	87	73	120	116	155	151
D-4	82	75	106	92	60	58
D-5	126	108	125	114	174	162
D-6	98	91	187	176	166	169

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	44	41	48	43	57
A-2	80	66	80	69	78	76
A-3	122	103	118	16	116	116
A-4	161	145	157	148	154	157
A-5	202	179	198	182	195	191
A-6	249	200	242	202	238	211
B-1	25	25	55	63	135	136
B-2	57	51	146	125	64	62
B-3	186	165	26	21	51	51
B-4	245	202	205	170	0	1
B-5	192	163	75	63	145	135
B-6	0	1	127	129	159	159
C-1	238	192	158	127	25	1
C-2	157	138	188	160	54	17
C-3	83	91	58	56	106	110
C-4	195	170	79	56	95	89
C-5	58	51	88	92	159	156
C-6	222	179	118	84	32	0
D-1	112	104	76	67	60	65
D-2	197	174	145	130	125	122
D-3	87	76	120	114	155	150
D-4	82	75	106	91	60	55
D-5	126	116	125	120	174	167
D-6	98	94	187	178	166	171

技術番号 BR010009

機種 X10

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 1 月 11 日 天候 晴れ 気温 6.2 °C 風速 2.6 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

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

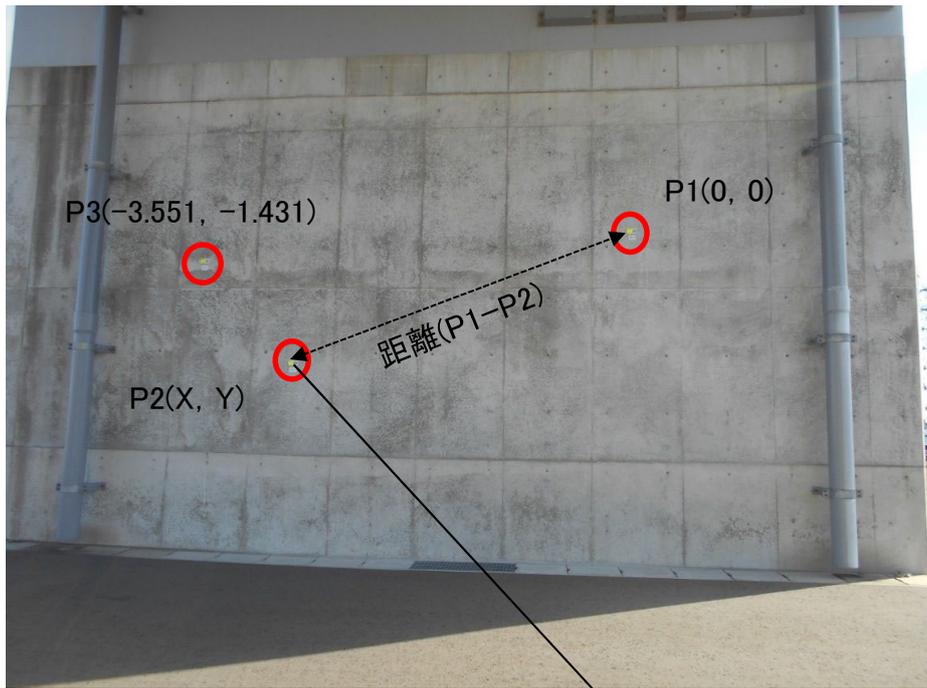


写真-1



試験方法(手順)	技術番号	BR010009
①	機器の搬入(左:コントローラ、右:ドローン)(写真-2)	
②	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)	
③	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)	
④	撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)	
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。	

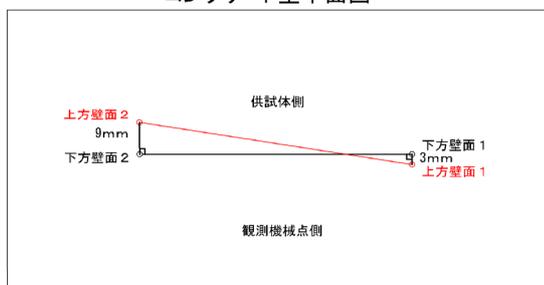
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

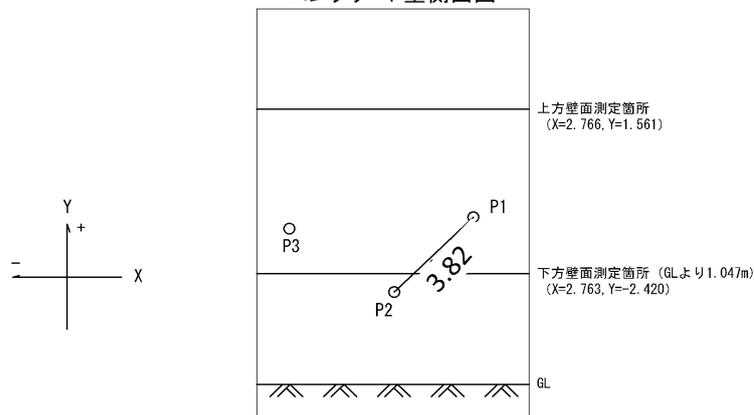
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-3.551	-1.431	0.004
P3	-4.606	-0.314	0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: sony imx686

■被写体距離: 5 m ■照度: 10.3~45.4 kLux ■風速: 0.0~2.6 m/s

■気温: 6.2 °C

■焦点距離: 10mm ■シャッター速度: 1/120

■絞り: f 1.8 ■ISO値: 200

■フォーカス: auto ■画像Pixel数: 9248x6944

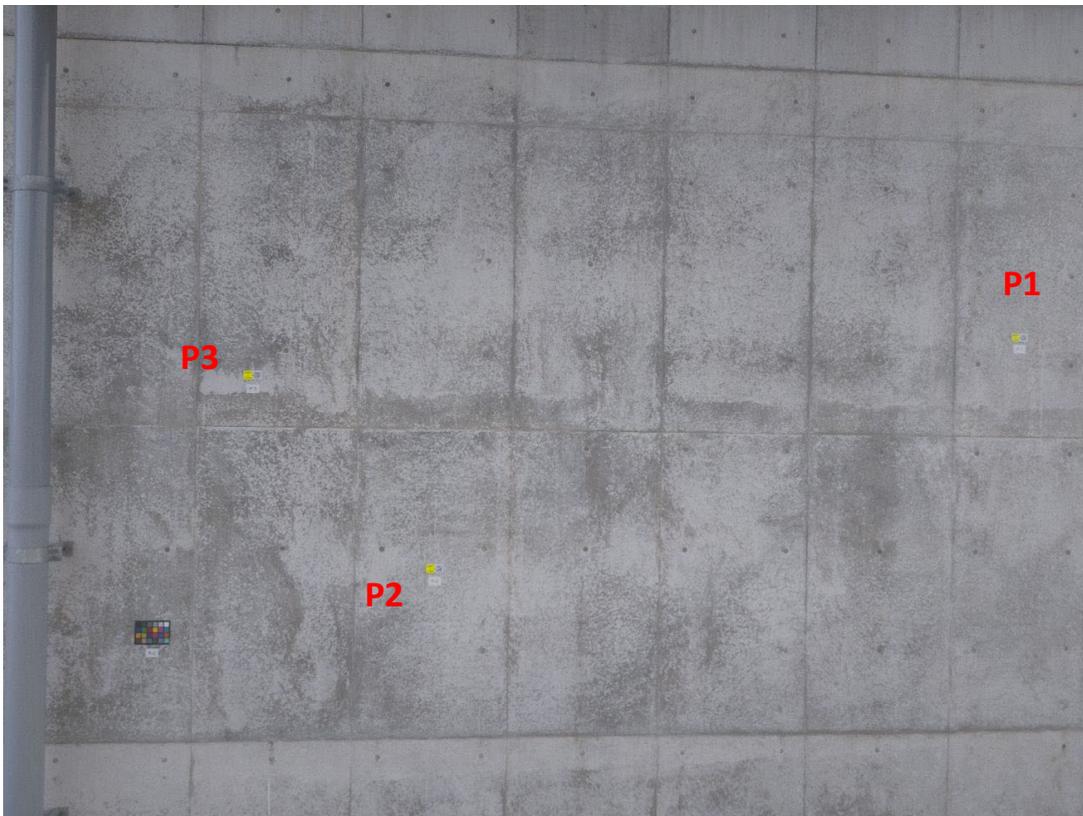


写真-6 オルソ画像

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標			Y座標			距離 (P1 - P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度
P1	0.000	0.000	/	0.000	0.000	/	/	/	/
P2	-3.551	-3.512	-0.039	-1.431	-1.400	-0.031	3.828	3.779	98.7%
P3	-4.606	-4.606	/	-0.314	-0.314	/	/	/	/

技術番号 BR010009

機種 X10

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 1 月 11 日 天候 晴れ 気温 6.2 °C 風速 2.2 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

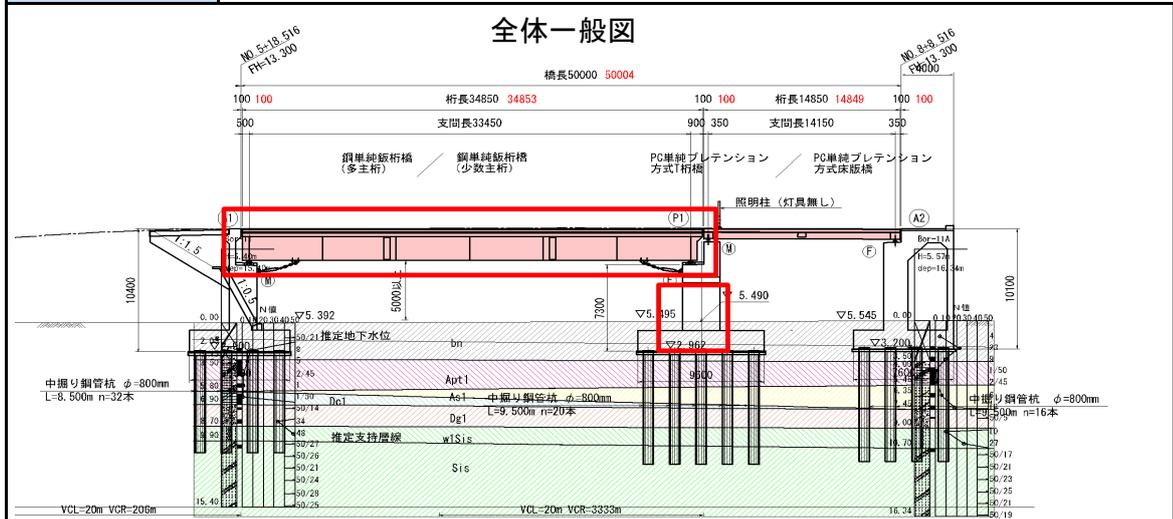


写真-1 全体写真

対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

① 機器の搬入(左:コントローラ、右:ドローン)(写真-2)

② ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)

③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)

④ ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))(写真-4)

⑤ 少数主桁橋の桁下を飛行した。(写真-5)

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

※構造物近傍安定性能

構造物までの距離: 1m

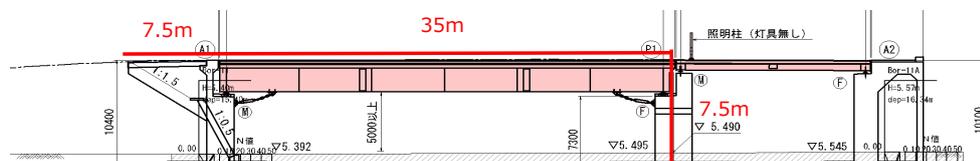
風速: 2.2m/s

停止飛行時: 水平移動無し

ホバリング: 60秒間



※可動範囲: 50m(飛行距離: 50m(=7.5+35+7.5))

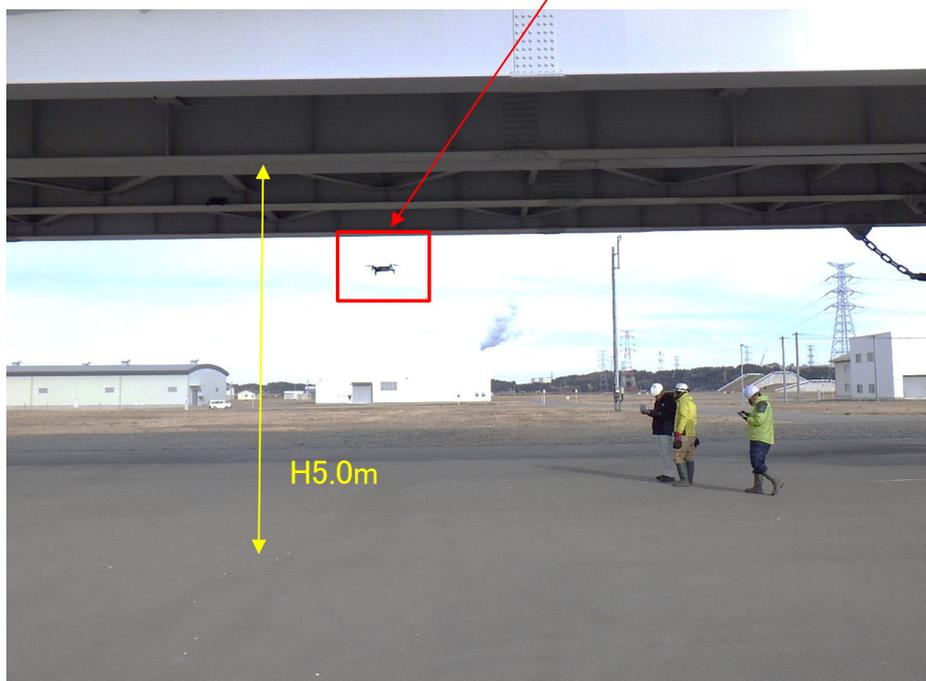


※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 4.6m/s

桁下空間: 高さ5.0m進入可能



技術番号 BR010009

機種 X10

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 開発者名 株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

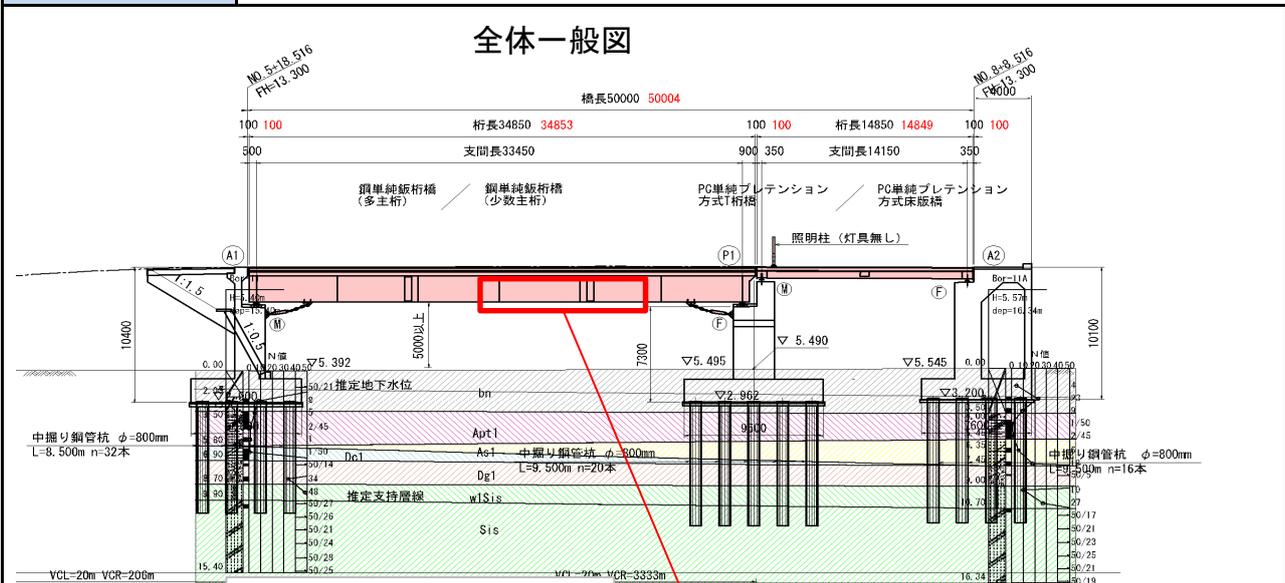
試験日 令和6年 1 月 11 日 天候 晴れ 気温 6.5 °C 風速 5.5 m/s

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)

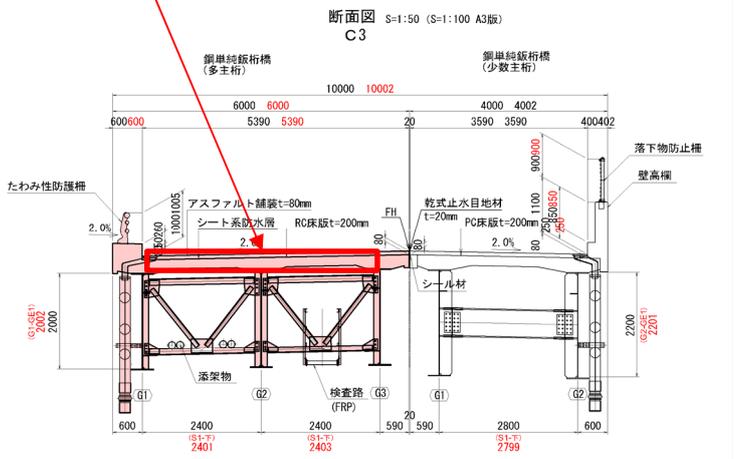
対象構造物の概要



対象: P1橋脚 張出式橋脚



写真-1 全体写真



計測対象部材: 鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)RC床版部(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(左:コントローラ、右:ドローン)(写真-2)
- ② 撮影状況:鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)RC床版下面の撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)RC床版下面の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)RC床版下面の撮影(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: 7.61~46.3 kLux ■風速: 0.0~4.4 m/s

■気温: 6.3 °C

■焦点距離: 10mm ■シャッター速度: 1/120

■絞り: f 1.8 ■ISO値: 200

■フォーカス: auto ■画像Pixel数: 9248x6944

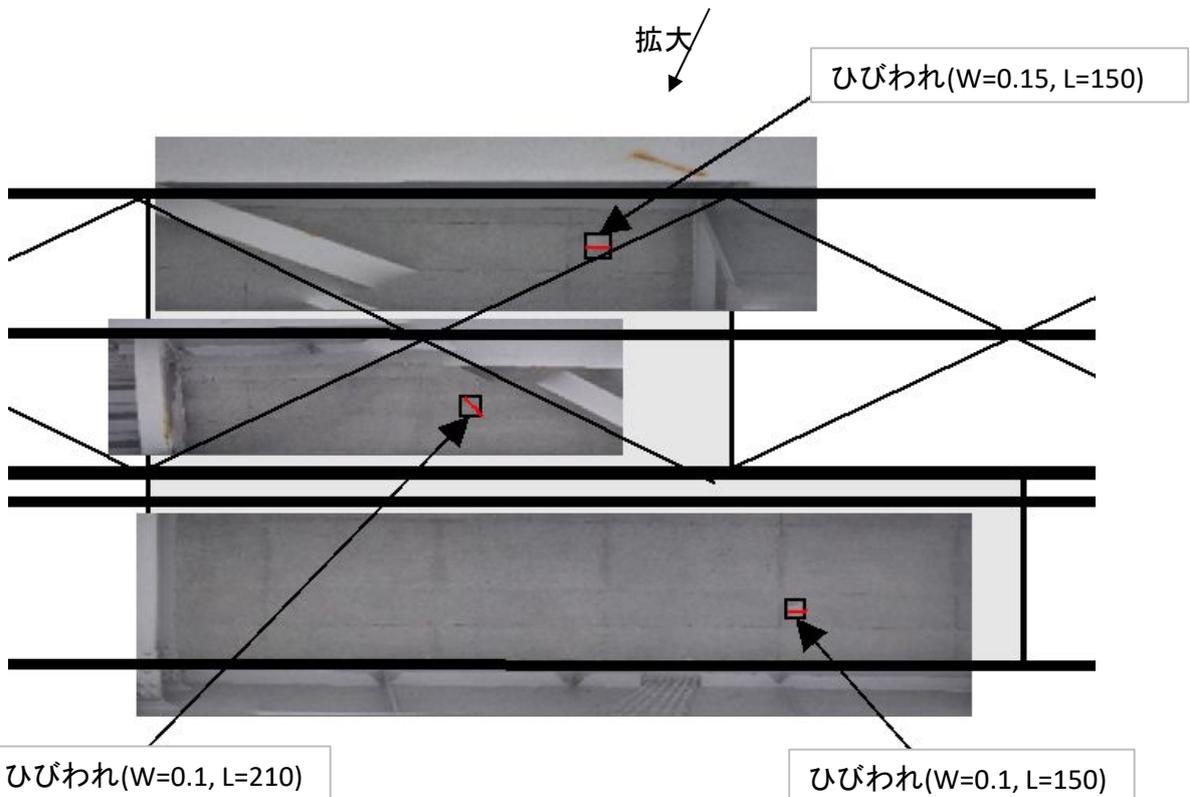
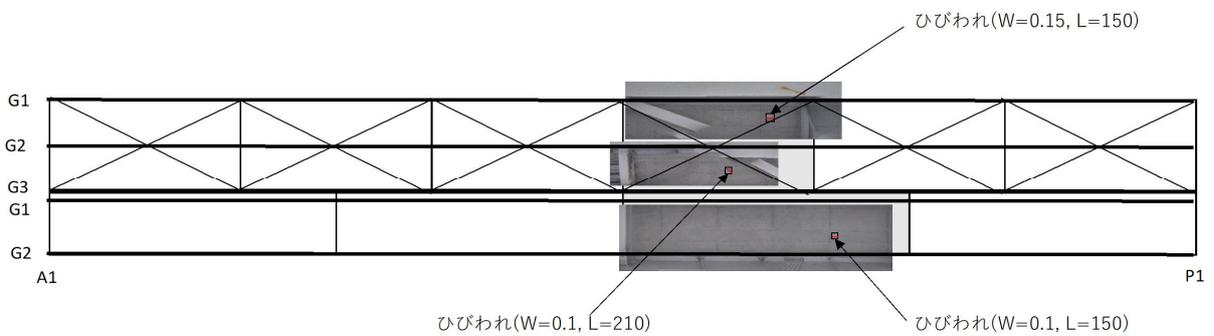
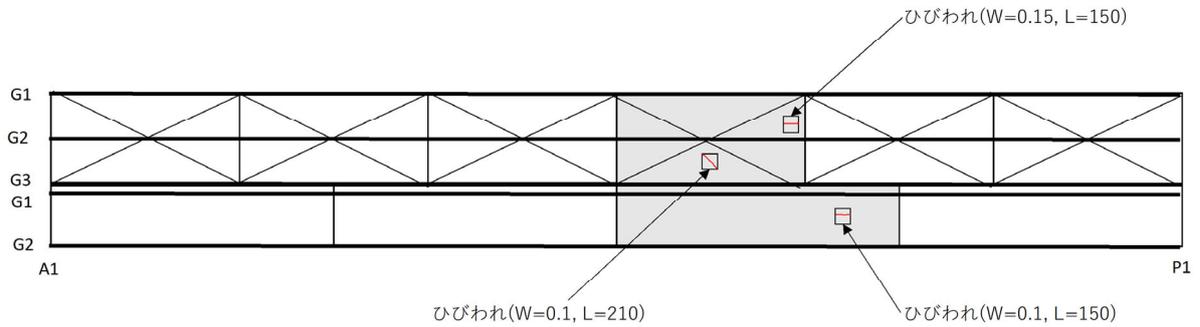


写真-6

※撮影した画像(鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)RC床版下面)(写真-6)からひびわれを確認する。

※計測結果

計測位置: 鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)RC床版下面のひびわれ(埋め込み模擬版のひびわれ)



技術番号 BR010009

機種 J2

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 7月 3日 天候 晴れ 気温 29.3 °C 風速 - m/s

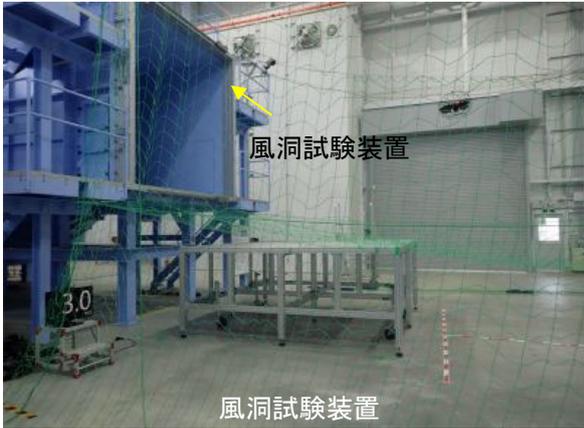
試験場所 福島ロボットテストフィールド風洞棟

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

試験で確認する
カタログ項目 安定性能(人工風)

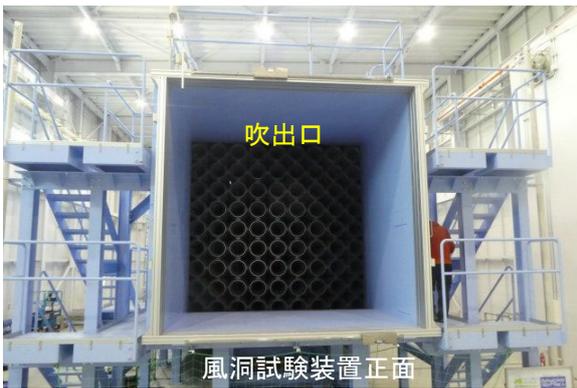
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞棟仕様

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



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	BR010009
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

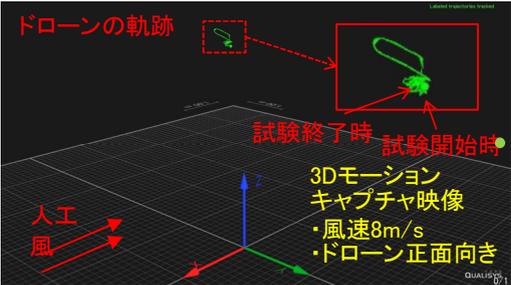


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

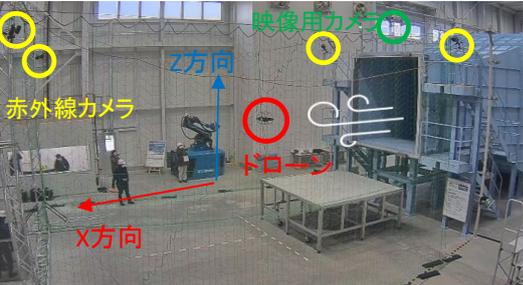


写真-5

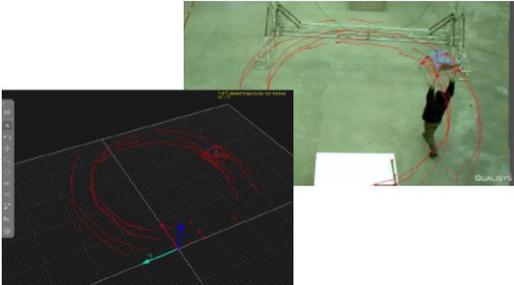


写真-6

※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)

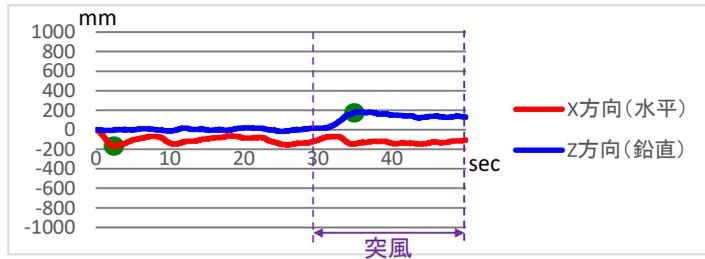
※安定性能

風速:3.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 17cm

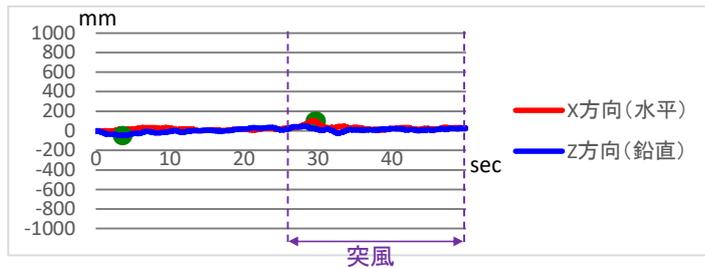
鉛直方向 最大移動量 18cm



側面

水平方向 最大移動量 10cm

鉛直方向 最大移動量 5cm

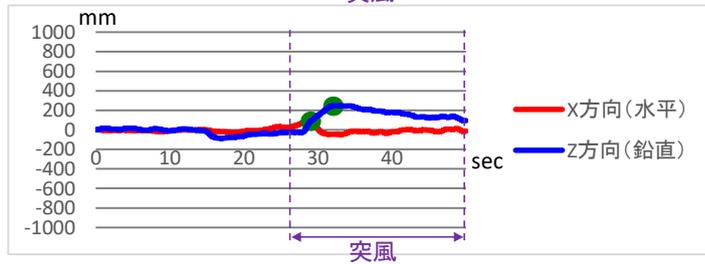


風速:5.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 12cm

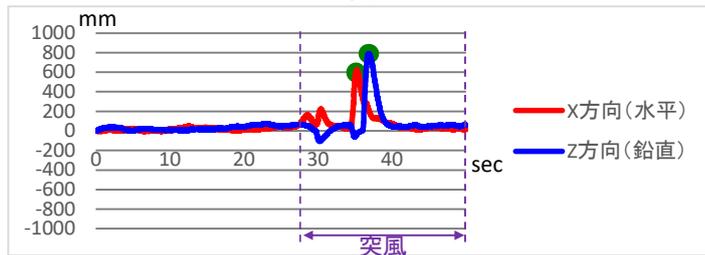
鉛直方向 最大移動量 25cm



側面

水平方向 最大移動量 62cm

鉛直方向 最大移動量 79cm

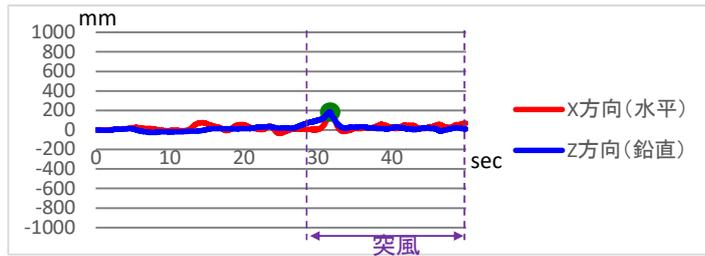


風速:8.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 22cm

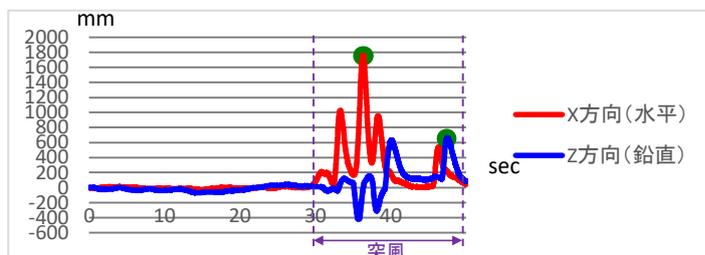
鉛直方向 最大移動量 19cm



側面

水平方向 最大移動量 176cm

鉛直方向 最大移動量 67cm



技術番号 BR010009

機種 J2

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 7月 3日 天候 晴れ 気温 25.3 °C 風速 2.4 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 構造物近傍安定性能
進入可能性能
可動範囲

対象構造物の概要

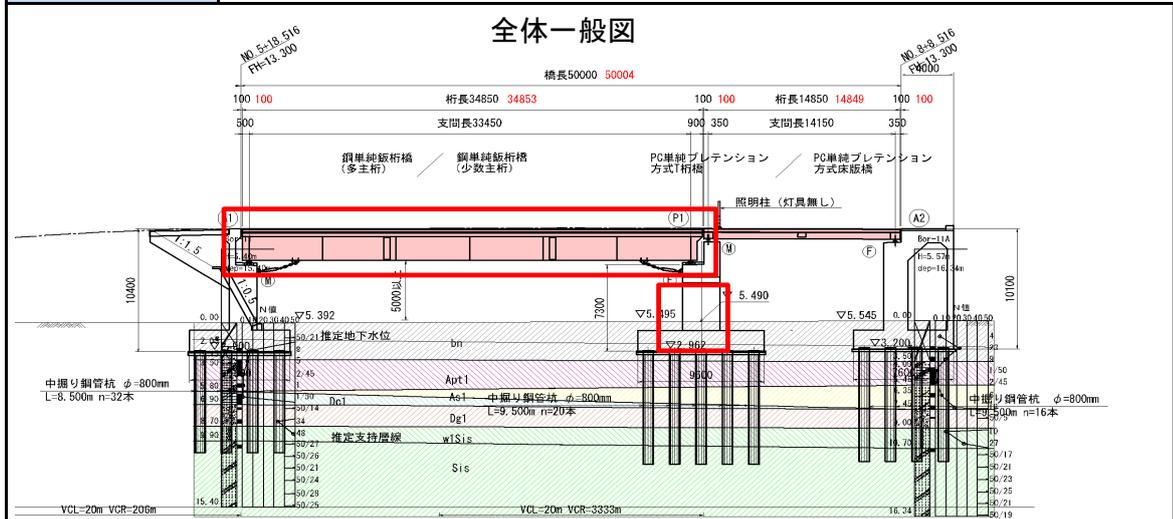


写真-1 全体写真

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	BR010009
①	機器の搬入(ドローンSkydioJ2、コントローラ)(写真-2)	
②	ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)	
③	飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)	
④	ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))(写真-4)	
⑤	少数主桁橋の桁下を飛行した。(写真-5)	

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4

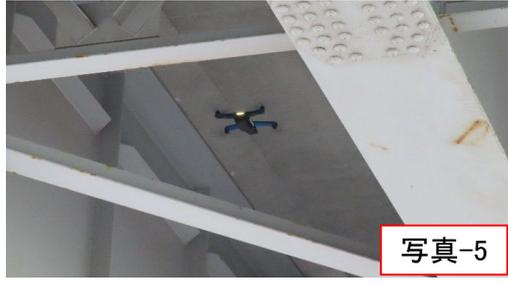


写真-5

※構造物近傍安定性能

構造物までの距離: 1.0m

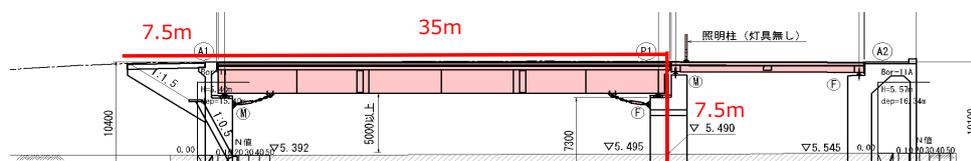
風速: 2.4m/s

停止飛行時: 水平移動無し

ホバリング: 60秒間



※可動範囲: 50m(飛行距離: 50m(=7.5+35+7.5))



※進入可能性能

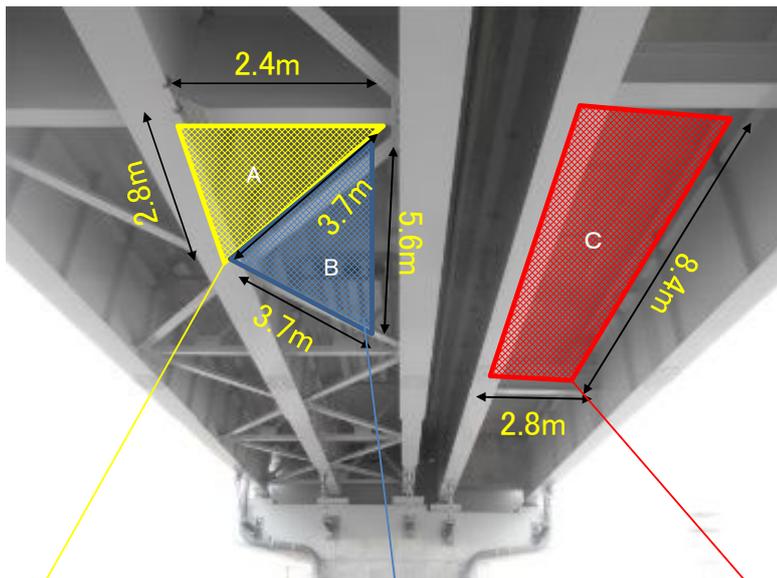
<桁間に進入>

風速: 2.4m/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 BR010009

機種 X2

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 7 月 3 日 天候 晴れ 気温 29.3 °C 風速 - m/s

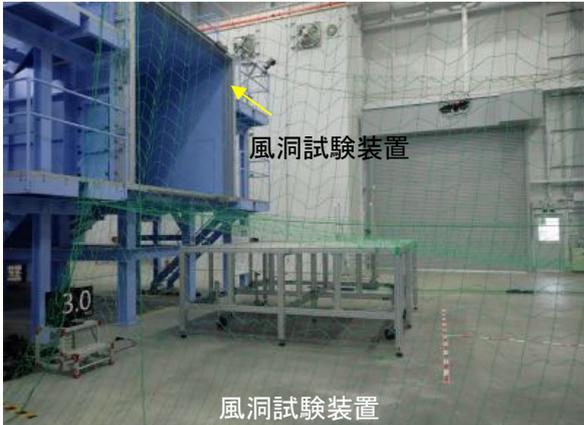
試験場所 福島ロボットテストフィールド風洞棟

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

試験で確認する
カタログ項目 安定性能(人工風)

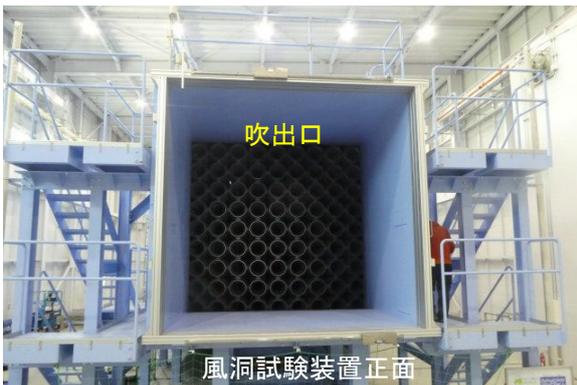
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞棟仕様

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



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	BR010009
①	ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカを貼り付ける。(写真-1)	
②	吹出口の中心付近高度でドローンを正面向きでホバリングする。(写真-2)	
③	ホバリング状態で、正面から風速3m/sの突風を発生させ、ドローンの移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。	
④	②、③について、ドローンを横向き(側面)にホバリングし、同様の測定を実施する。	
⑤	②~④について、風速5m/sおよび8m/sの場合も同様に実施する。(写真-3、写真-4:風速8m/s)	

開発者による計測機器の設置状況

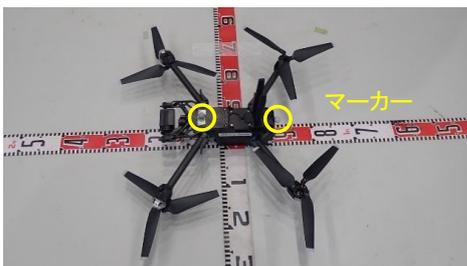


写真-1

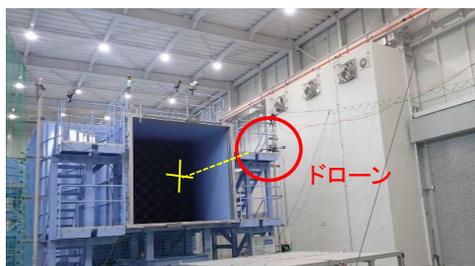


写真-2



写真-3

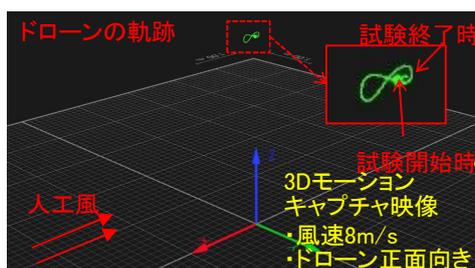


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

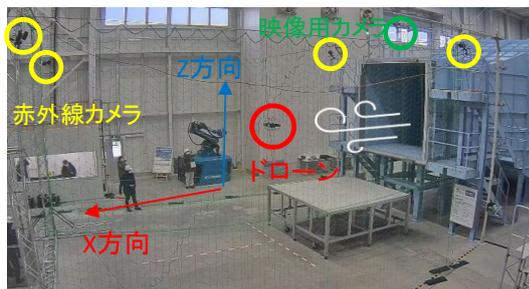


写真-5

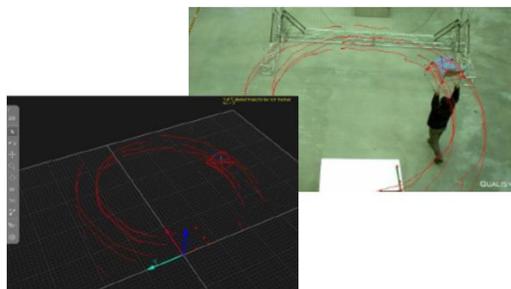


写真-6

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

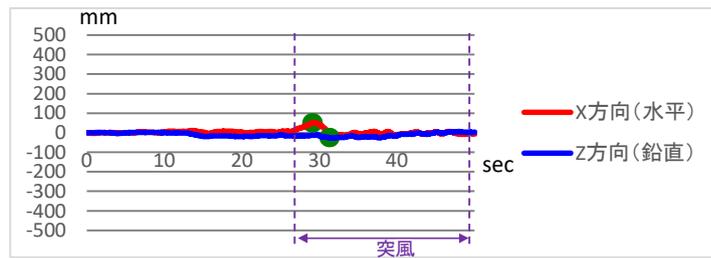
※安定性能

風速:3.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 5cm

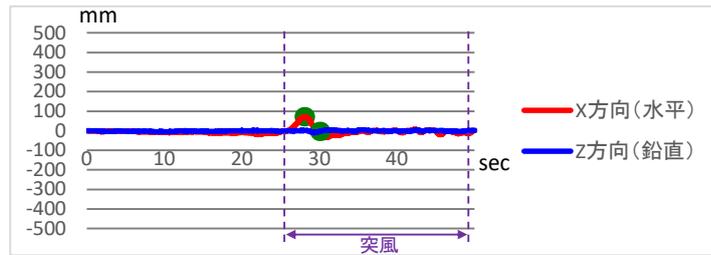
鉛直方向 最大移動量 3cm



側面

水平方向 最大移動量 7cm

鉛直方向 最大移動量 1cm

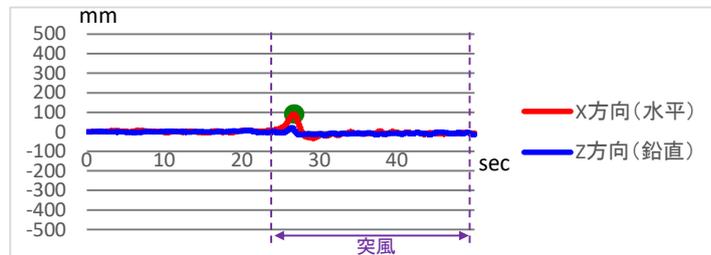


風速:5.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 9cm

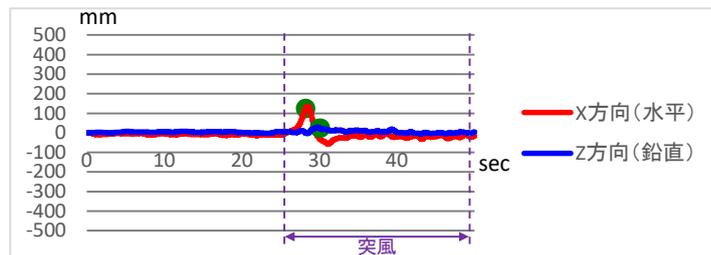
鉛直方向 最大移動量 2cm



側面

水平方向 最大移動量 14cm

鉛直方向 最大移動量 3m

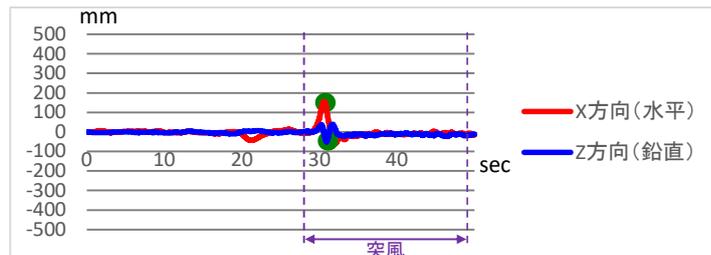


風速:8.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 16cm

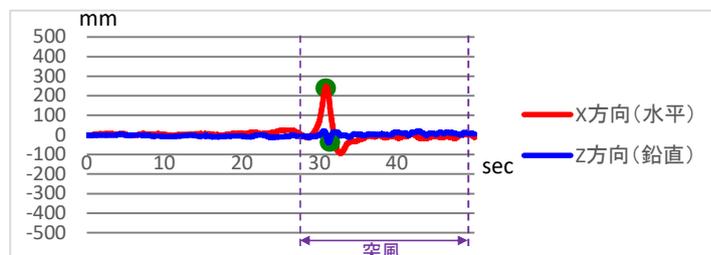
鉛直方向 最大移動量 4cm



側面

水平方向 最大移動量 25cm

鉛直方向 最大移動量 2cm



技術番号 BR010009

機種 X2

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 開発者名 株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

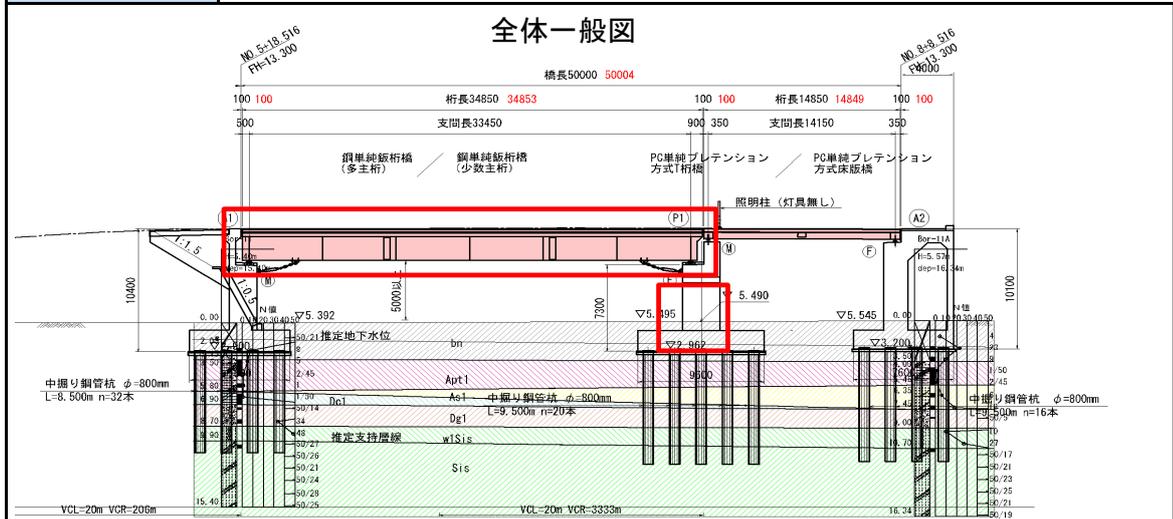
試験日 令和6年 7月 3日 天候 晴れ 気温 28.3 °C 風速 4.4 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認するカタログ項目 構造物近傍安定性能 進入可能性能 可動範囲

対象構造物の概要



対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

試験方法(手順)

技術番号

BR010009

- ① 機器の搬入(ドローンSkydioX2、コントローラ)(写真-2)
- ② ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)
- ③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ④ ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))(写真-4)
- ⑤ 少数主桁橋の桁下を飛行した。(写真-5)

開発者による計測機器の設置状況



※構造物近傍安定性能

構造物までの距離: 1.25m

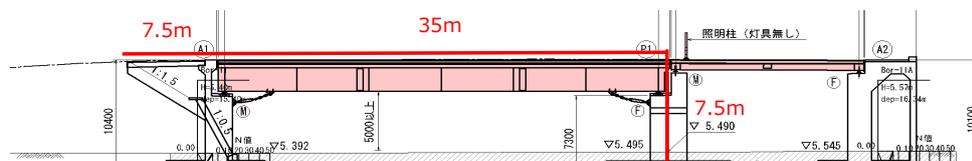
風速: 4.4m/s

停止飛行時: 水平移動無し

ホバリング: 60秒間



※可動範囲: 50m(飛行距離: 50m(=7.5+35+7.5))



※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 4.4m/s

桁下空間: 高さ5.0m進入可能



技術番号 BR010009

機種 S2+

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 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6年 7月 3日 天候 晴れ 気温 29.3 °C 風速 - m/s

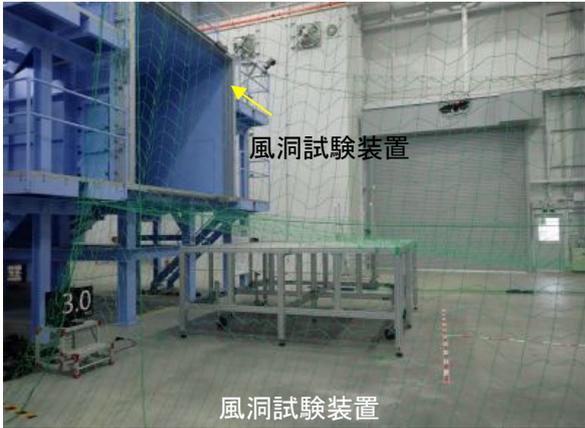
試験場所 福島ロボットテストフィールド風洞棟

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

試験で確認する
カタログ項目 安定性能(人工風)

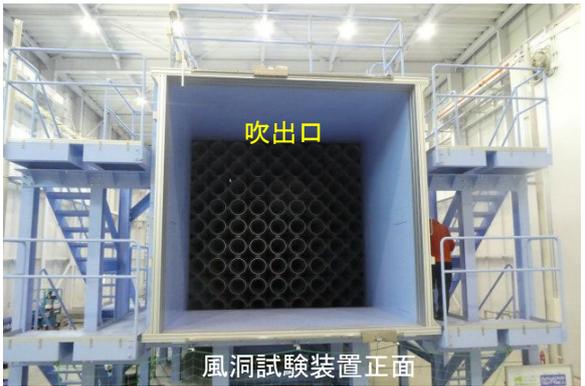
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞棟仕様

Table with 2 columns: Specification Item and Value. Items include: 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	BR010009
①	ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカを貼り付ける。(写真-1)	
②	吹出口の中心付近高度でドローンを正面向きでホバリングする。(写真-2)	
③	ホバリング状態で、正面から風速3m/sの突風を発生させ、ドローンの移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。	
④	②、③について、ドローンを横向き(側面)にホバリングし、同様の測定を実施する。	
⑤	②~④について、風速5m/sおよび8m/sの場合も同様に実施する。(写真-3、写真-4:風速8m/s)	

開発者による計測機器の設置状況



写真-1

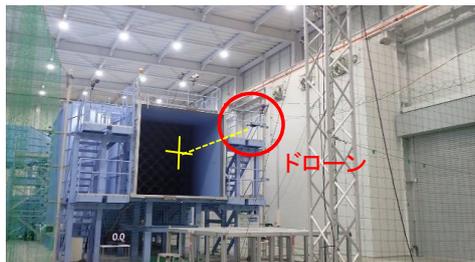


写真-2



写真-3

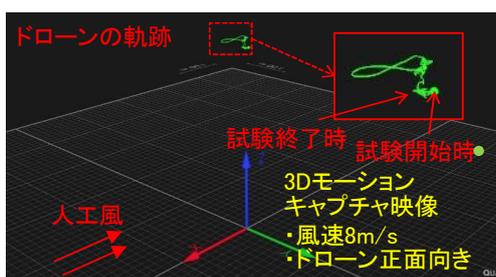


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

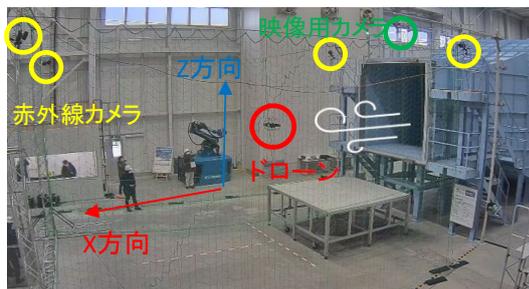


写真-5

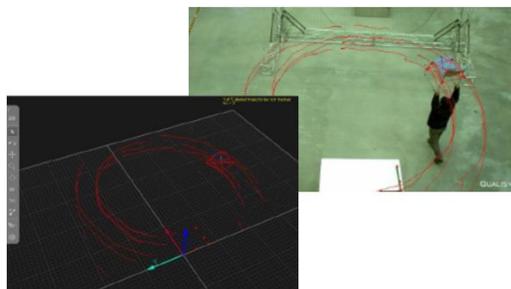


写真-6

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

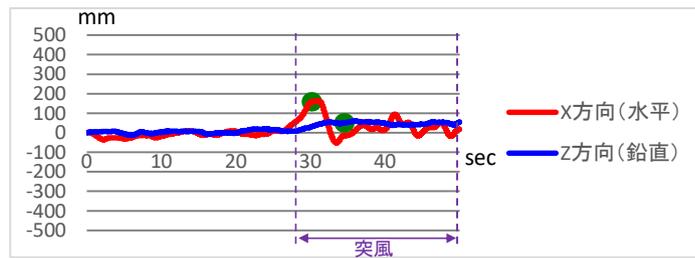
※安定性能

風速:3.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 16cm

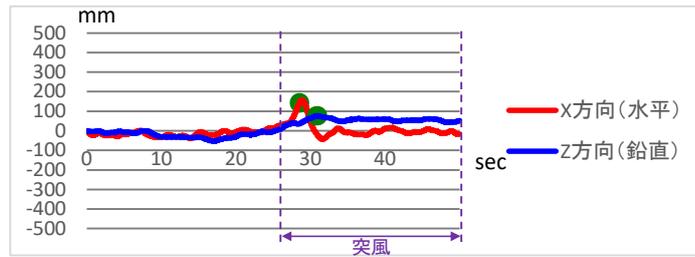
鉛直方向 最大移動量 6cm



側面

水平方向 最大移動量 16cm

鉛直方向 最大移動量 8cm

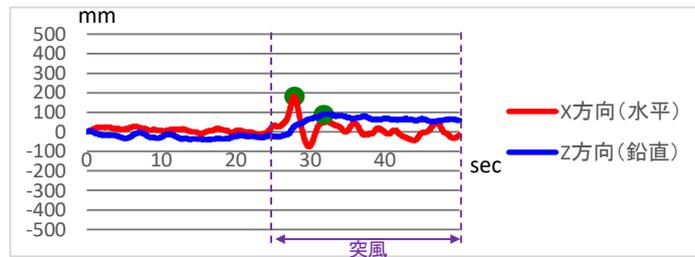


風速:5.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 18cm

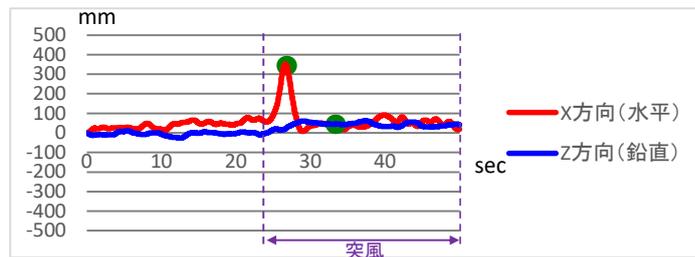
鉛直方向 最大移動量 9cm



側面

水平方向 最大移動量 35cm

鉛直方向 最大移動量 6cm

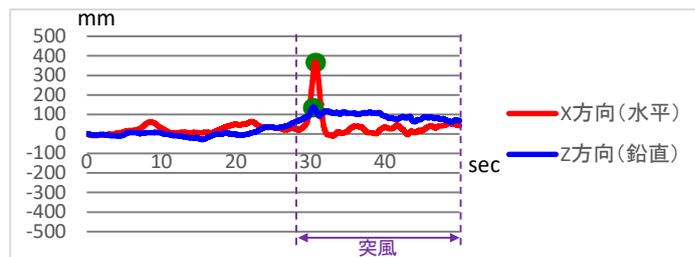


風速:8.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 37cm

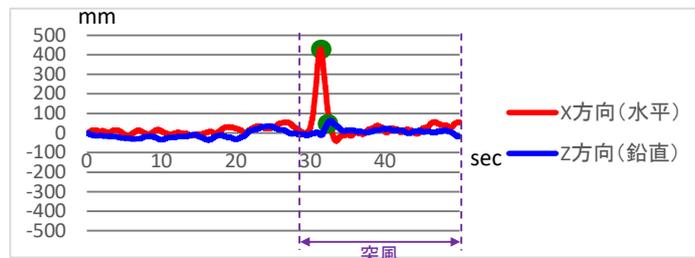
鉛直方向 最大移動量 14cm



側面

水平方向 最大移動量 43cm

鉛直方向 最大移動量 6cm



技術番号 BR010009

機種 S2+

技術名 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 開発者名 株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク

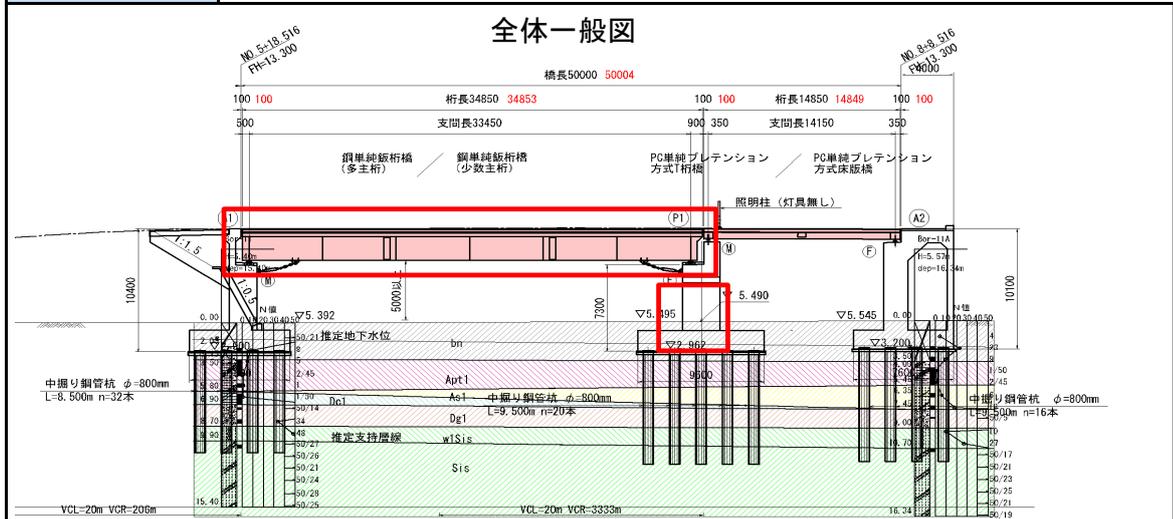
試験日 令和6年 7月 3日 天候 晴れ 気温 28.3 °C 風速 6.2 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認するカタログ項目 構造物近傍安定性能 進入可能性能 可動範囲

対象構造物の概要

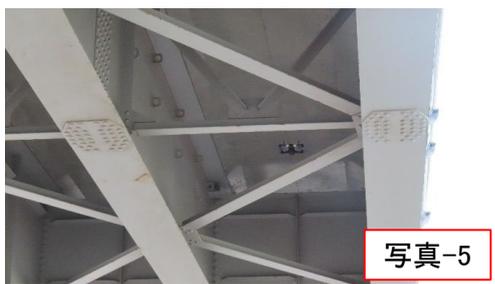


対象径間: 第1径間

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	BR010009
① 機器の搬入(ドローンSkydioS2+、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



※進入可能性能

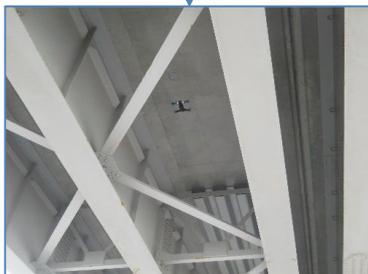
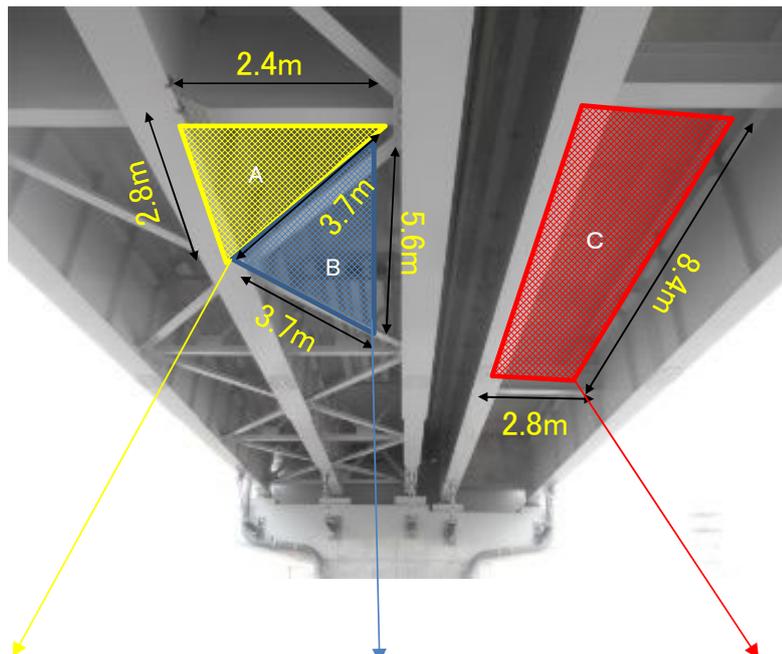
<桁間に進入>

風速: 6.2m/s

2.8m × 2.4m × 3.78m 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 BR010010

技術名 デジタルカメラを用いた画像計測ソリューション

開発者名 株式会社ニコン・トリンプル

試験日 令和2年 1 月 16 日

天候 晴れ

気温 10 °C

風速 0~1.2 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

カタログ分類 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 最小・ひびわれ精度
色識別性能

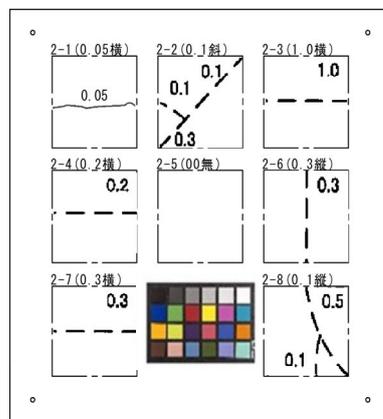
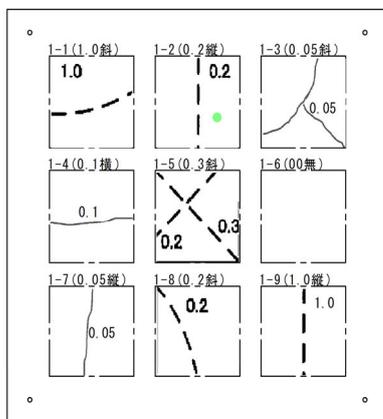
対象構造物の概要

※検証試験体

- ・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及びひびわれのないモルタルのパネルの2枚を設置した試験体を用意。
- ・上記試験体の余地に24色カラーチャートを設置する



1-1 (00縦)
模擬体No. (ひびわれ幅・方向)



- ① 計測器のセット(写真-1)
被写体から4.1mの位置に点検支援技術ロボットをセット
- ② NO.1供試体を撮影(写真-2)
- ③ NO.2供試体を撮影(写真-3)
- ④ 供試体の撮影画像の確認(写真-4)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれを自動計測

開発者による計測機器の設置状況



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。

最小ひび割れ幅・計測精度

計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
写真					
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3

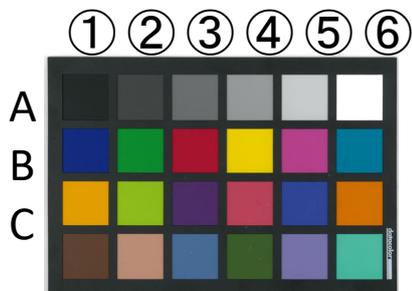
チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
写真					
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	

色識別性能

市販の24色のカラーチャートを使用する。
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。



	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

最小ひびわれ幅・計測精度

①性能(精度・信頼性)を確保するための条件

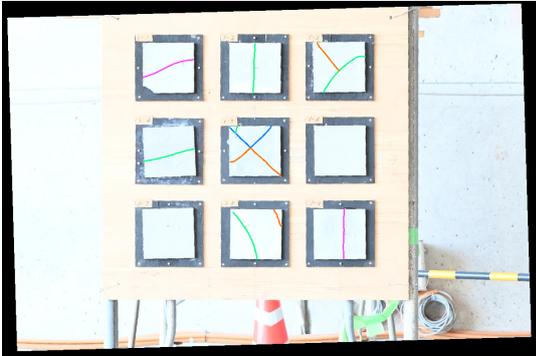
雨天作業不可

照度10000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要

・投光器を使用する・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッタースピードを長く設定する
対象面に対し、相対角30°以内

②本試験時の条件

- 撮影速度: 0 m/s
- カメラ名称: Nikon Z50
- 被写体距離: 4.1 m
- 照度: 122.2 lx
- 風速: 0.3 m/s
- 気温: 7.6 °C
- 焦点距離: 90 mm
- シャッター速度: 1/4,1/13 秒
- 絞り: f 6.3
- ISO値: 500
- フォーカス: mm
- 画像Pixel数: 5568 × 3712



計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3
計測値	0.9	0.15	0.05	0.05	0.2

チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	
計測値	0	0	0.1	1	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	
計測値	0	0.05	0.9	0.15	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	
計測値	0	0.3	0.1	0.05	

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.040824829
0.1mm	0.05
0.2mm	0.070710678
0.3mm	0.129099445
1.0mm	0.081649658

色識別性能

①性能(精度・信頼性)を確保するための条件

雨天作業不可

照度10000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要

・投光器を使用する・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッタースピードを長く設定する

対象面に対し、相対角30°以内

②本試験時の条件

■撮影速度: 0 m/s ■カメラ名称: Nikon Z50
 ■被写体距離: 3.8 m ■照度: 57.9 lx ■風速: 1.2 m/s
 ■気温: 6.6 °C
 ■焦点距離: 90 mm ■シャッター速度: 1/13 秒
 ■絞り: f 6.3 ■ISO値: 500
 ■フォーカス: mm ■画像Pixel数: 5568 × 3712

真値



開発者撮影



検証値

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	39	41	39	43	39
A-2	80	90	80	91	78	95
A-3	122	156	118	159	116	164
A-4	161	201	157	204	154	209
A-5	202	238	198	231	195	236
A-6	249	245	242	246	238	250
B-1	25	33	55	76	135	217
B-2	57	100	146	202	64	102
B-3	186	252	26	67	51	75
B-4	245	255	205	222	0	83
B-5	192	248	75	120	145	195
B-6	0	73	127	179	159	227
C-1	238	255	158	183	25	82
C-2	157	193	188	230	54	88
C-3	83	117	58	69	106	153
C-4	195	255	79	111	95	134
C-5	58	77	88	116	159	233
C-6	222	255	118	131	32	55
D-1	112	141	76	89	60	75
D-2	197	255	145	188	125	179
D-3	87	123	120	173	155	226
D-4	82	95	106	126	60	67
D-5	126	167	125	170	174	249
D-6	98	139	187	231	166	218

技術番号 BR010010

技術名 デジタルカメラを用いた画像計測ソリューション 開発者名 株式会社ニコン・トリンプル

試験日 令和2年 1 月 16 日 天候 晴れ 気温 10.5 °C 風速 0 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

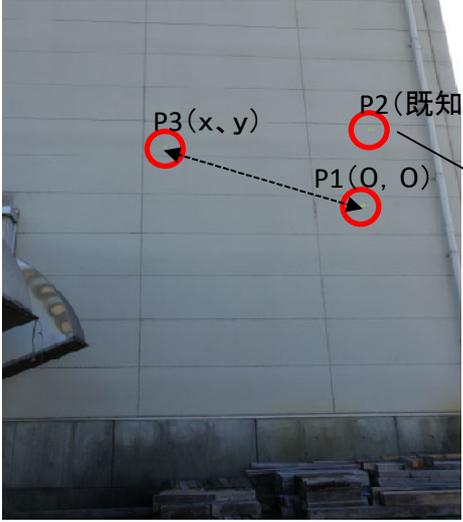
カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

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

- ・コンクリート壁面にマーカを3箇所設置する。
- ・P1の座標を(0,0)の基準とし、P2を既知点としP3の座標及びP1-P3間の距離を計測する。



マーカ座標

〇〇橋	QRコード
P〇〇	QRコード
Pw3896	QRコード

中心座標

- ① 計測器のセット(写真-1)
被写体から8.9mの位置に点検支援技術をセット
- ② 3箇所のマーカを撮影(写真-2)
- ③ 試験体の撮影画像の確認(写真-3)

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



写真-2



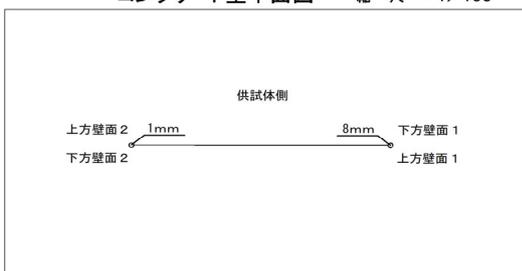
写真-3

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

長さ計測精度／位置精度

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

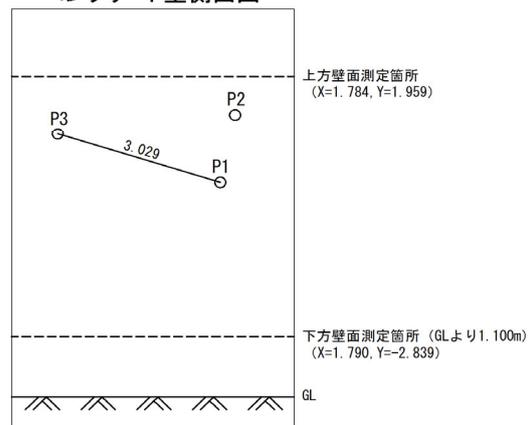
コンクリート壁平面図 縮尺 = 1/100



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

点名	X座標	Y座標	Z座標	距離 (P2-P3)
	真値	真値	真値	真値
P1	0.000	0.000	0.000	/
P2	0.261	1.252	0.001	
P3	-2.893	0.897	-0.002	

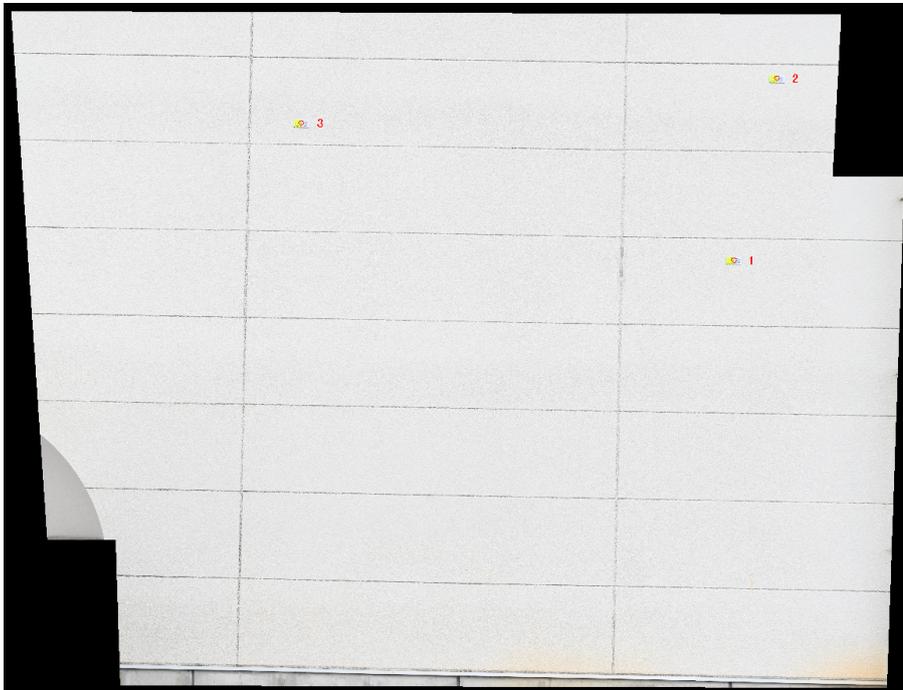
コンクリート壁側面図



※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

長さ計測精度／位置精度

- 撮影速度: 0 m/s ■カメラ名称: Nikon D5600、
 ■被写体距離: 8.9 m ■照度: 10100 lx ■風速: 0 m/s
 ■気温: 10.5 °C
 ■焦点距離: 90 mm ■シャッター速度: 1/640 秒
 ■絞り: f 6.3 ■ISO値: 500
 ■フォーカス: mm ■画像Pixel数: 、



コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P2 - P3)		
	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	/	0.000	0	/	0.000	/	/	/
P2	0.261	0.267	/	1.252	1.247	/	0.001	/	/	/
P3	-2.893	-2.889	0.004	0.897	0.910	0.013	-0.002	3.029	3.029	100.00%

技術番号 BR010010

技術名 デジタルカメラを用いた画像計測ソリューション

開発者名 株式会社ニコン・トリンプル

試験日 令和2年 1 月 23 日

天候 雨

気温 4.8 °C

風速 0 m/s

試験場所 実橋

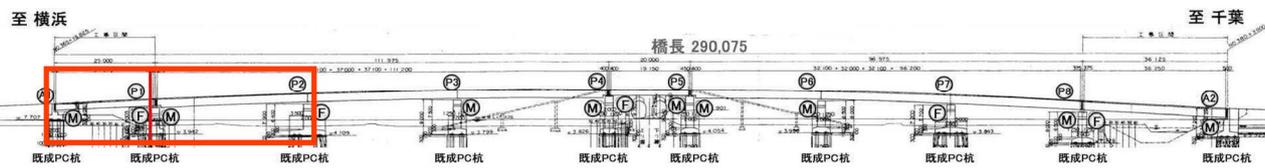
カタログ分類 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認
(精度以外)

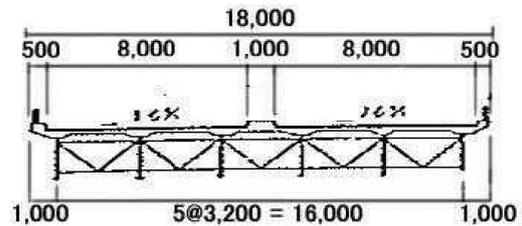
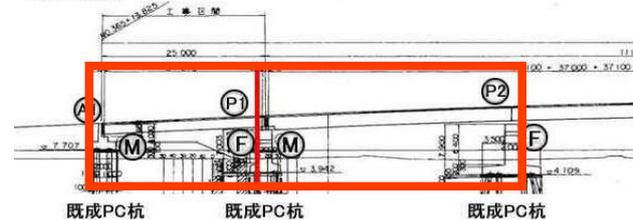
対象構造物の概要



第1径間長: 24.275m、第2径間長: 37.100m

対象径間: 第1径間、第2径間

至 横浜



床版 Ds (要素番号図)

0101					
0201	0202	0203	0204	0205	0206
0301	0302	0303	0304	0305	0306
0401	0402	0403	0404	0405	0406
0501	0502	0503	0504	0505	0506
0601	0602	0603	0604	0605	0606



第1径間: 0504、0505、0506

第2径間: 0503、0603、0604

対象径間: 第1径間、第2径間

計測対象部材: 床版(上記 赤枠内の6パネル)

- ① 機材搬入(カメラ、タブレットPC、一脚)(写真-1)
- ② 対象平面の中心から撮影し、撮影開始後は、タブレットPC上の自己位置を見ながら移動する。(写真-2)
- ③ 撮影状況(斜面:中腰姿勢)(写真-3)
- ④ 撮影状況(斜面:直立姿勢)(写真-4)
- ⑤ PCタブレットで合成させた画像を確認しながら撮影し、後日、撮影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-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



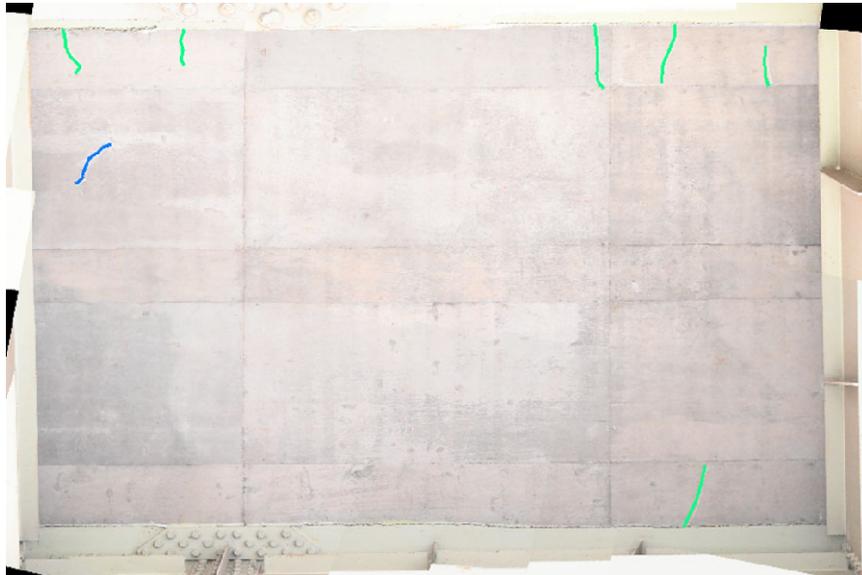
第1径間:桁下(写真-5)

第2径間:桁下(写真-6)

※撮影した画像から、ひびわれを確認する。(写真-5、写真-6)

■計測結果

第1径間 0504



ひび割れ幅 凡例

- 0.10～0.19 mm
- 0.20～0.29 mm
- 0.30～0.39 mm
- 0.40～0.49 mm

ひび割れは見下げ図で描画
(画像を反転)

第1径間 0505

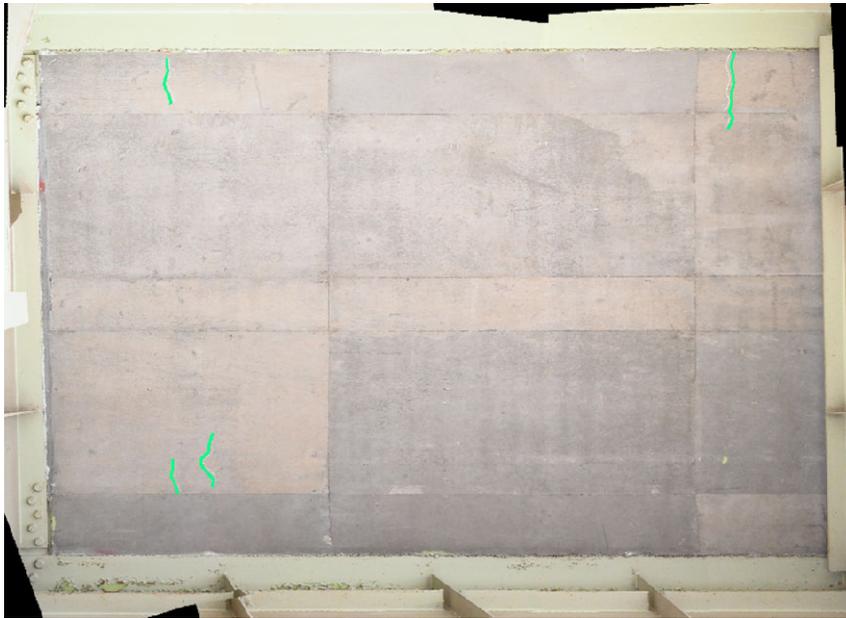


ひび割れ幅 凡例

- 0.10～0.19 mm
- 0.20～0.29 mm
- 0.30～0.39 mm
- 0.40～0.49 mm

ひび割れは見下げ図で描画
(画像を反転)

第1径間 0506



ひび割れ幅 凡例

- 0.10~0.19 mm
- 0.20~0.29 mm
- 0.30~0.39 mm
- 0.40~0.49 mm

ひび割れは見下げ図で描画
(画像を反転)

第2径間 0503

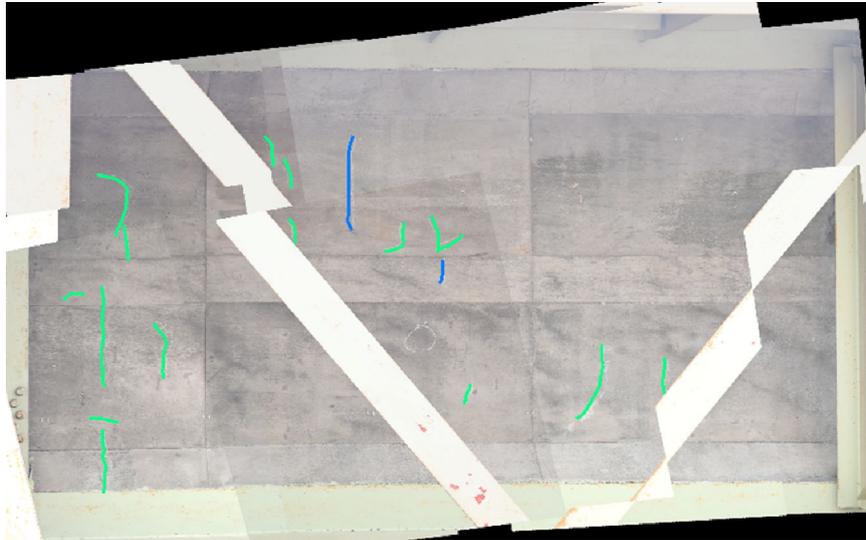


ひび割れ幅 凡例

- 0.10~0.19 mm
- 0.20~0.29 mm
- 0.30~0.39 mm
- 0.40~0.49 mm

ひび割れは見下げ図で描画
(画像を反転)

第2径間 0603

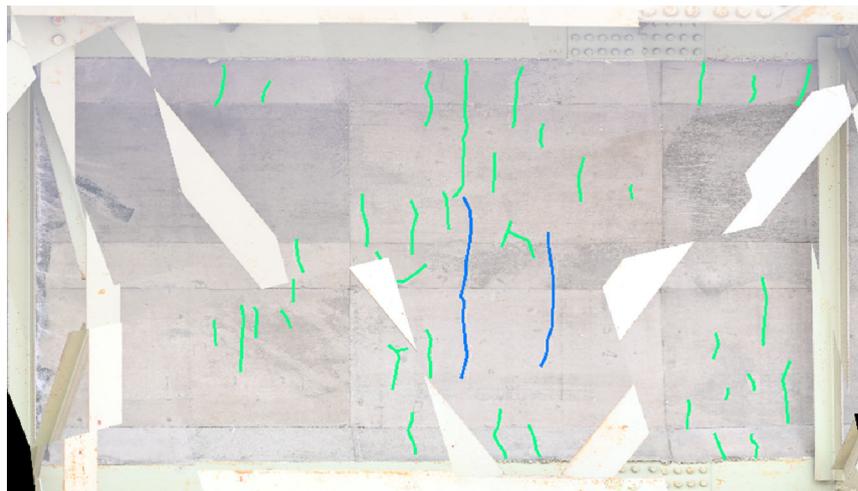


ひび割れ幅 凡例

- 0.10～0.19 mm
- 0.20～0.29 mm
- 0.30～0.39 mm
- 0.40～0.49 mm

ひび割れは見下げ図で描画
(画像を反転)

第2径間 0604



ひび割れ幅 凡例

- 0.10～0.19 mm
- 0.20～0.29 mm
- 0.30～0.39 mm
- 0.40～0.49 mm

ひび割れは見下げ図で描画
(画像を反転)

技術番号 BR010011

技術名 画像計測ソリューションNivo-i

開発者名 株式会社ニコン・トリンプル

試験日 令和2年 1 月 16 日

天候 晴れ

気温 10 °C

風速 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

カタログ分類 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 最小・ひびわれ精度
色識別性能

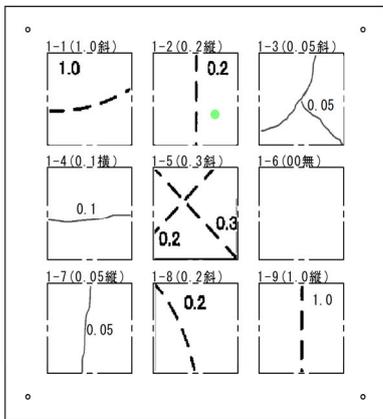
対象構造物の概要

※検証試験体

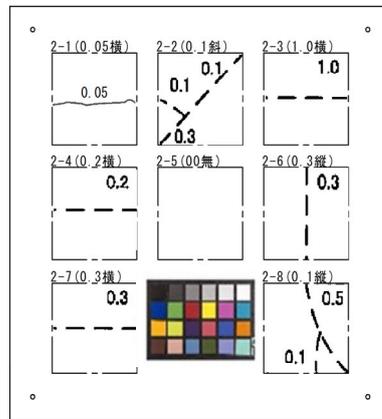
- ・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.00mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネル及びひびわれのないモルタルのパネルの2枚を設置した試験体を用意。
- ・上記試験体の余地に24色カラーチャートを設置する



1-1 (00縦)
模擬体No. (ひびわれ幅・方向)



NO.1供試体



NO.2供試体

- ① 計測器のセット(写真-1)
被写体から7.9mの位置に点検支援技術ロボットをセット
- ② NO.1供試体を撮影(写真-2)
- ③ NO.2供試体を撮影(写真-3)
- ④ 供試体の撮影画像の確認(写真-4)
- ⑤ 後日、撮影画像した画像からひびわれを自動計測

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

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。

最小ひびわれ幅・計測精度

計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
写真					
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3

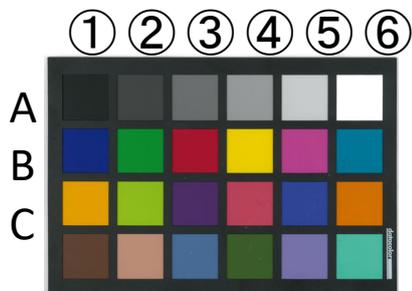
チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
写真					
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	

色識別性能

市販の24色のカラーチャートを使用する。
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。



	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

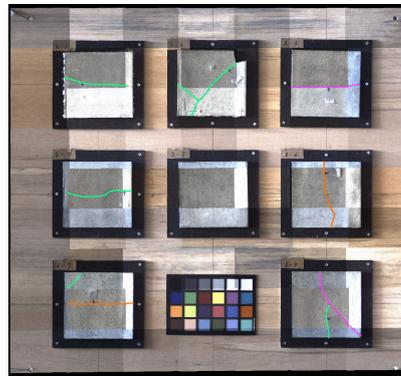
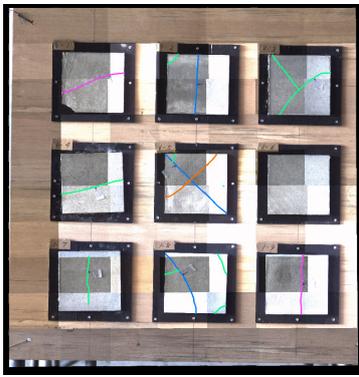
最小ひびわれ幅・計測精度

①性能(精度・信頼性)を確保するための条件

- ・雨天作業不可
- ・照度条件は未確認
- ・対象面に対し、相対角45° 以内

②本試験時の条件

- 撮影速度: 0 m/s ■カメラ名称: ー
- 被写体距離: 7.9 m ■照度: 135 lx ■風速: 0 m/s
- 気温: 7.0 °C
- 焦点距離: 221.7 mm ■シャッター速度: 1/141 秒
- 絞り: f 4.9 ■ISO値: 160
- フォーカス: auto mm ■画像Pixel数: 1280×960



ひびわれ幅 凡例

- 0.10～0.19 mm
- 0.20～0.29 mm
- 0.30～0.39 mm
- 0.40～0.49 mm

計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3
計測値	0.9	0.15	0.05	0.05	0.2

チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	
計測値	0	0	0.1	1	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	
計測値	0	0.05	0.9	0.15	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	
計測値	0	0.3	0.1	0.05	

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.040824829
0.1mm	0.05
0.2mm	0.070710678
0.3mm	0.129099445
1.0mm	0.081649658

色識別性能

①性能(精度・信頼性)を確保するための条件

- ・雨天作業不可
- ・照度条件は未確認
- ・対象面に対し、相対角45° 以内

②本試験時の条件

- 撮影速度: - m/s ■カメラ名称: -
- 被写体距離: 8.0 m ■照度: 57.9 lx ■風速: 1.2 m/s
- 気温: 6.6 °C
- 焦点距離: 221.7 mm ■シャッター速度: 2.83 秒
- 絞り: f 4.9 ■ISO値: 5000
- フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 1280x960

真値



開発者撮影



検証値

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	27	41	26	43	35
A-2	80	46	80	53	78	65
A-3	122	99	118	109	116	140
A-4	161	179	157	184	154	213
A-5	202	248	198	251	195	255
A-6	249	249	242	252	238	252
B-1	25	39	55	51	135	114
B-2	57	109	146	156	64	113
B-3	186	99	26	45	51	59
B-4	245	254	205	253	0	164
B-5	192	142	75	94	145	163
B-6	0	58	127	108	159	156
C-1	238	246	158	170	25	94
C-2	157	193	188	247	54	161
C-3	83	88	58	60	106	99
C-4	195	159	79	83	95	101
C-5	58	62	88	90	159	174
C-6	222	131	118	67	32	42
D-1	112	77	76	53	60	51
D-2	197	251	145	195	125	202
D-3	87	117	120	144	155	219
D-4	82	87	106	91	60	86
D-5	126	144	125	159	174	253
D-6	98	133	187	172	166	186

技術番号 BR010011

技術名 画像計測ソリューションNivo-i 開発者名 株式会社ニコン・トリンプル

試験日 令和2年 1 月 16 日 天候 晴れ 気温 10 °C 風速 0 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

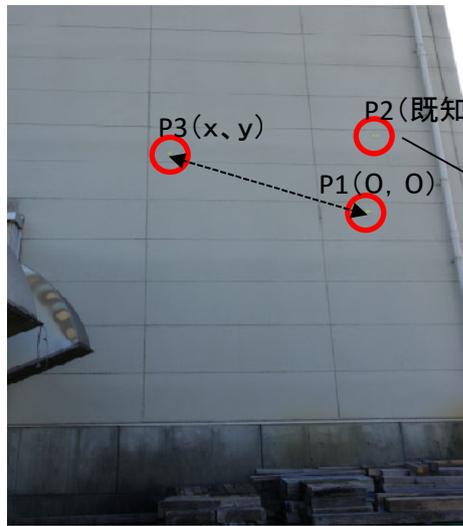
カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

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

- ・コンクリート壁面にマーカを3箇所設置する。
- ・P1の座標を(0,0)の基準とし、P2を既知点としP3の座標及びP1-P3間の距離を計測する。



中心座標

- ① 計測器のセット(写真-1)
被写体から14mの位置に点検支援技術をセット
- ② 3箇所のマーカを撮影(写真-2)
- ③ 試験体の撮影画像の確認(写真-3)

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



写真-2



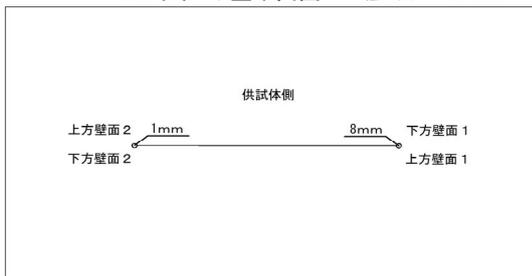
写真-3

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

長さ計測精度／位置精度

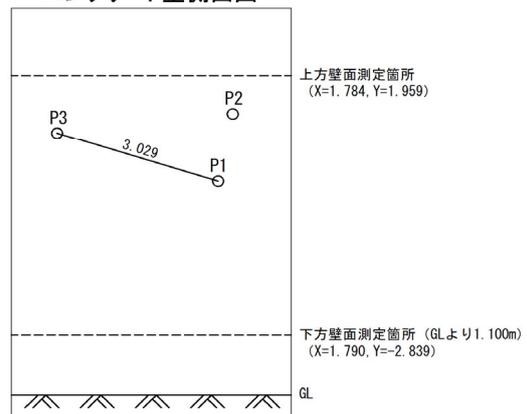
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標を真値とする。

コンクリート壁平面図 縮尺 = 1/100



※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

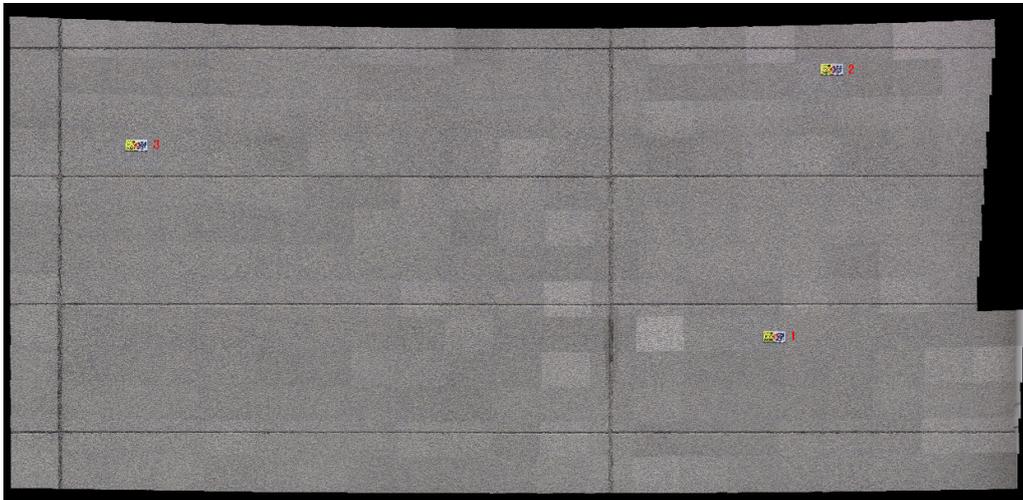


※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

点名	X座標	Y座標	Z座標	距離 (P2-P3)
	真値	真値	真値	真値
P1	0.000	0.000	0.000	
P2	0.261	1.252	0.001	
P3	-2.893	0.897	-0.002	3.029

長さ計測精度／位置精度

- 撮影速度: - m/s ■カメラ名称: -
 ■被写体距離: 14.0 m ■照度: 10100 lx ■風速: 0 m/s
 ■気温: 10.6 °C
 ■焦点距離: 221.7 mm ■シャッター速度: 0.69 秒
 ■絞り: f 4.9 ■ISO値: 2500
 ■フォーカス: auto ■画像Pixel数: 1280x960



オルソ画

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P2-P3)		
	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	/	0.000	0	/	0.000	/	/	/
P2	0.261	0.261	/	1.252	1.252	/	0.001	/	/	/
P3	-2.893	-2.893	0	0.897	0.897	0	-0.002	3.029	3.029	100.00%

技術番号 BR010011

技術名 画像計測ソリューションNivo-i

開発者名 株式会社ニコン・トリンプル

試験日 令和2年 1 月 23 日

天候 雨

気温 4.8 °C

風速 0 m/s

試験場所 実橋

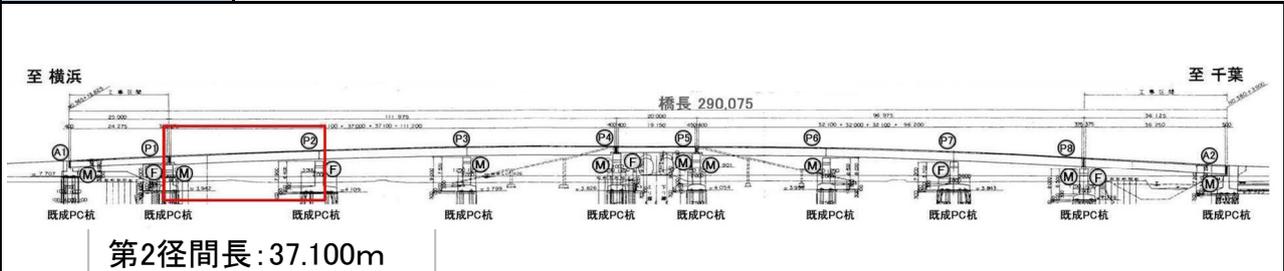
カタログ分類 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

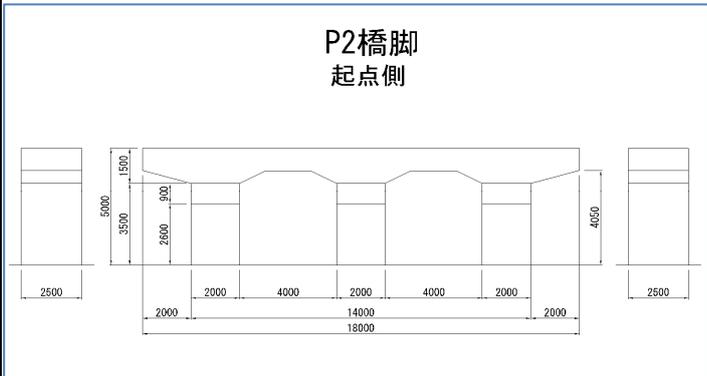
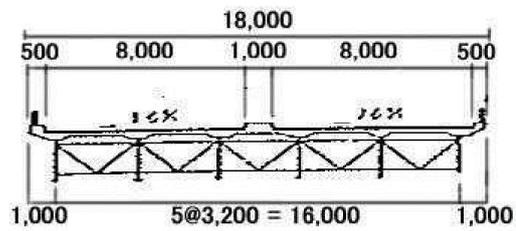
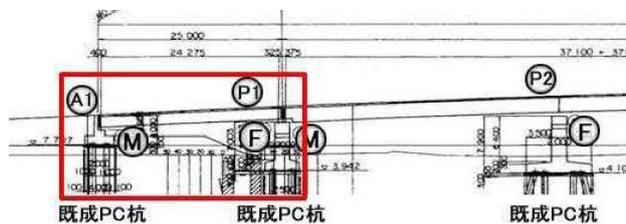
試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認
(精度以外)

対象構造物の概要



対象径間: 第2径間



計測対象部材位: P2橋脚(起点側)

- ① 機材搬入(本体機器、三脚)(写真-1)
- ② 測定対象部位(P2橋脚)の確認(写真-2)
- ③ 測定対象部位(P2橋脚)の撮影(写真-3)
- ④ 撮影時間、撮影環境等を把握する。
- 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-1



写真-2



写真-3



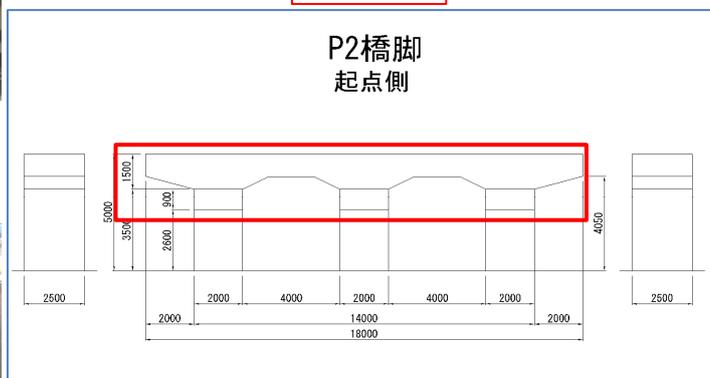
比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

図-1

写真-4



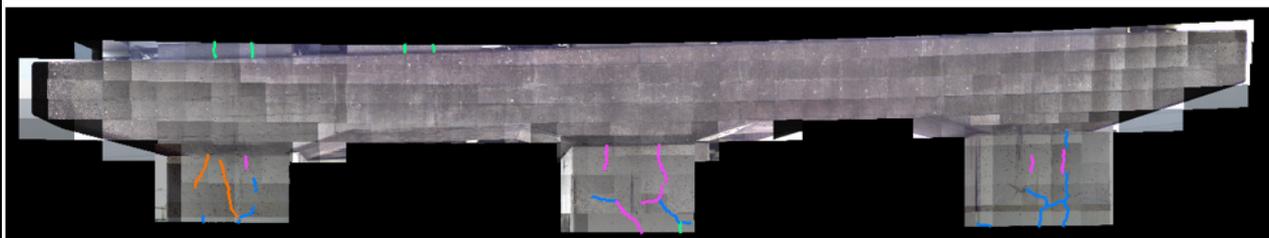
P2橋脚
起点側



※撮影した画像からひびわれを確認する。(写真-4、図-1の梁と柱上部(赤枠:コンクリート表面被覆がない箇所))

■計測結果

P2橋脚



ひび割れ幅 凡例

	0.10~0.19 mm
	0.20~0.29 mm
	0.30~0.39 mm
	0.40~0.49 mm

技術番号 BR010013

技術名 高精細画像による橋梁下面や主塔のクラック自動抽出システム 開発者名 株式会社アルファプロダクト

試験日 令和2年 1 月 21 日 天候 晴れ 気温 9.2 °C 風速 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

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

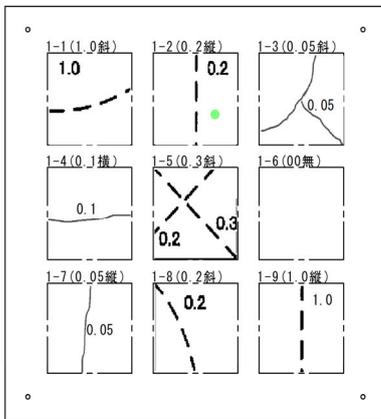
対象構造物の概要

※検証試験体

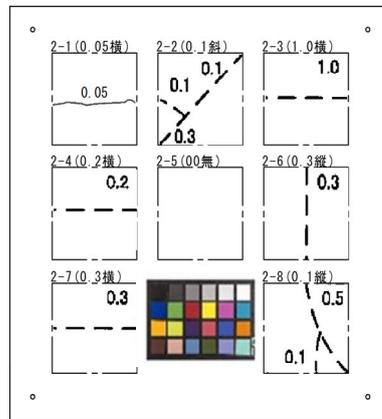
- ・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.00mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネル及びひびわれのないモルタルのパネルの2枚を設置した試験体を用意。
- ・上記試験体の余地に24色カラーチャートを設置する



1-1 (00縦)
模擬体No. (ひびわれ幅・方向)



NO.1供試体



NO.2供試体

① カメラの調整(写真-1)

② 被写体から3.7mの距離にカメラを設置(写真-2)

③ カラーチャートを撮影(写真-3)

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



写真-2



写真-3

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

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。

最小ひび割れ幅・計測精度

計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
写真					
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3

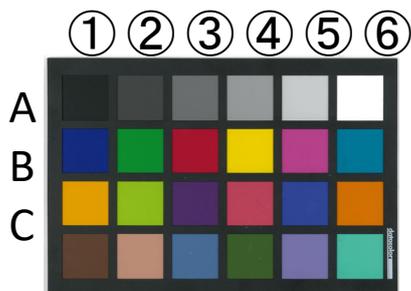
チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
写真					
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
写真					
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	

色識別性能

市販の24色のカラーチャートを使用する。
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。



	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

最小ひびわれ幅・計測精度

- 撮影速度: 0 m/s ■カメラ名称: Nikon D850
 ■被写体距離: 3.7 m ■照度: 223.9 lx ■風速: 0.8 m/s
 ■気温: 9.2 °C
 ■焦点距離: 400 mm ■シャッター速度: 1/160 秒
 ■絞り: f 11 ■ISO値: 8000
 ■フォーカス: Auto mm ■画像Pixel数: 8256 x 5504

計測値

チャート番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
方向	斜	縦	斜	横	斜
真値	1.0	0.2	0.05	0.1	0.3
計測値	0.9	0.2	0.1	0.1	0.3

チャート番号	1-6	1-7	1-8	1-9	
方向	無	縦	斜	縦	
真値	ひびわれなし	0.05	0.2	1.0	
計測値		0.1	0.2	1	

チャート番号	2-1	2-2	2-3	2-4	
方向	横	斜	横	横	
ひびわれ幅	0.05	0.1	1.0	0.2	
計測値	0.1	0.15	1	0.2	

チャート番号	2-5	2-6	2-7	2-8	
方向	無	縦	横	縦	
真値	ひびわれなし	0.3	0.3	0.1	
計測値		0.35	0.3	0.15	

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.05
0.1mm	0.040824829
0.2mm	0
0.3mm	0.028867513
1.0mm	0.057735027

色識別性能

- 撮影速度: 0 m/s ■カメラ名称: Nikon D850
- 被写体距離: 3.7 m ■照度: 223.9 lx ■風速: 0.8 m/s
- 気温: 9.2 °C
- 焦点距離: 400 mm ■シャッター速度: 1/160 秒
- 絞り: f 11 ■ISO値: 8000
- フォーカス: Auto mm ■画像Pixel数: 8256 x 5504

真値



開発者撮影



検証値

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	46	41	46	43	48
A-2	80	79	80	80	78	85
A-3	122	114	118	142	116	153
A-4	161	195	157	207	154	219
A-5	202	227	198	234	195	238
A-6	249	251	242	251	238	255
B-1	25	35	55	47	135	193
B-2	57	36	146	155	64	65
B-3	186	189	26	23	51	38
B-4	245	241	205	227	0	4
B-5	192	201	75	51	145	167
B-6	0	0	127	124	159	185
C-1	238	241	158	176	25	10
C-2	157	147	188	217	54	49
C-3	83	56	58	30	106	106
C-4	195	220	79	62	95	93
C-5	58	56	88	92	159	225
C-6	222	231	118	107	32	10
D-1	112	100	76	66	60	66
D-2	197	193	145	139	125	130
D-3	87	53	120	100	155	147
D-4	82	56	106	95	60	49
D-5	126	103	125	115	174	196
D-6	98	69	187	197	166	189

技術番号 BR010013

技術名 高精細画像による橋梁下面や主塔のクラック自動抽出システム 開発者名 株式会社アルファプロダクト

試験日 令和2年 1 月 21 日 天候 晴れ 気温 9.2 °C 風速 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

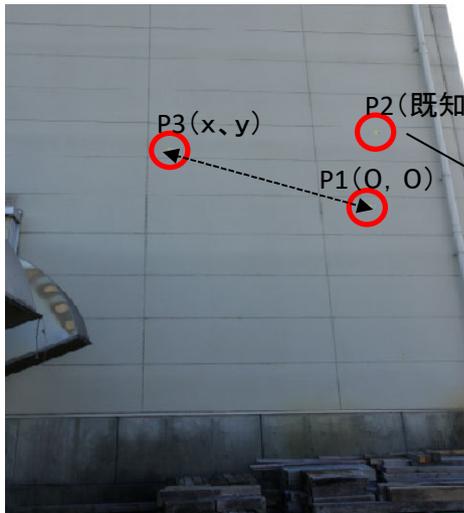
カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する 長さ計測精度
カタログ項目 位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・コンクリート壁面にマーカを3箇所設置する。
- ・P1の座標を(0,0)の基準とし、P2を既知点としP3の座標及びP1-P3間の距離を計測する。



中心座標

- ① 計測器のセット(写真-1)
被写体から3.7mの位置に点検支援技術をセット
- ② 3箇所のマーカを撮影(写真-2)
- ③ 試験体の撮影画像の確認

開発者による計測機器の設置状況



写真-1



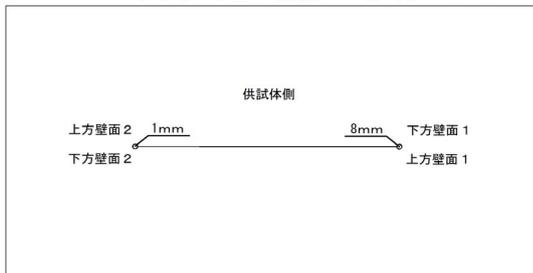
写真-2

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

長さ計測精度/位置精度

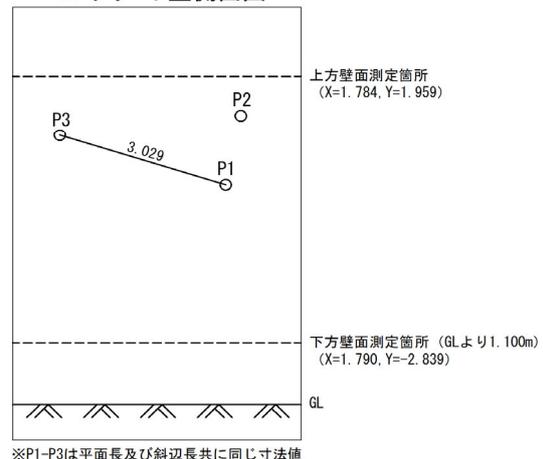
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標を真値とする。

コンクリート壁平面図 縮尺 = 1/100



※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

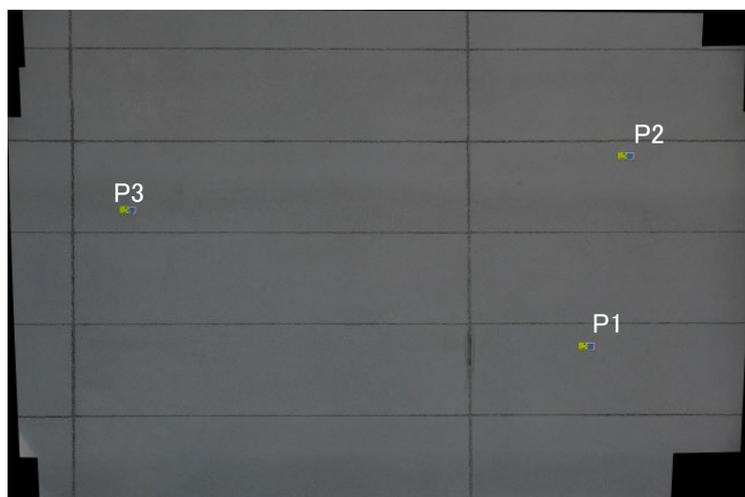


※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

点名	X座標	Y座標	Z座標	距離 (P2-P3)
	真値	真値	真値	真値
P1	0.000	0.000	0.000	/
P2	0.261	1.252	0.001	
P3	-2.893	0.897	-0.002	

長さ計測精度／位置精度

- 撮影速度: — m/s ■カメラ名称:Nikon D850、
- 被写体距離: 3.7 m ■照度: 8307 lx ■風速: 0.4 m/s
- 気温: 13.3 °C
- 焦点距離: 200 mm ■シャッター速度: 1/200 秒
- 絞り: f 11 ■ISO値: 1600、
- フォーカス: auto mm ■画像Pixel数: 8256x5504



オルツ画像

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-P3)		
	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	/	0.000	0	/	0.000	/	/	/
P2	0.261	0.262	/	1.252	1.251	/	0.001	/	/	/
P3	-2.893	-2.945	0.052	0.897	0.902	0.005	-0.002	3.029	3	99.04%

技術番号 BR010013

技術名 高精細画像による橋梁下面や主塔のクラック自動抽出システム 開発者名 株式会社アルファプロダクト

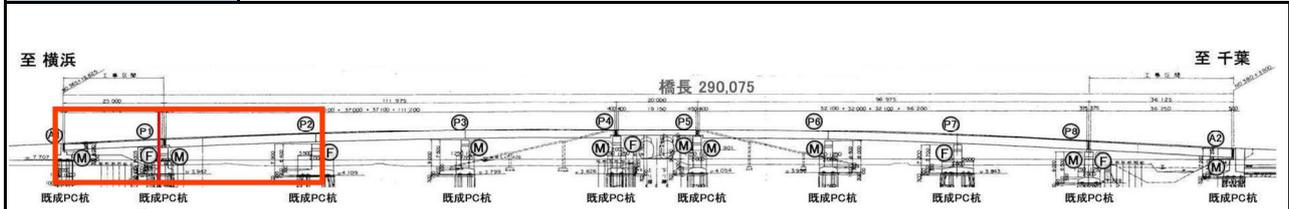
試験日 令和2年 1 月 23 日 天候 雨 気温 6.5 °C 風速 1 m/s

試験場所 実橋 構造物名 橋梁

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

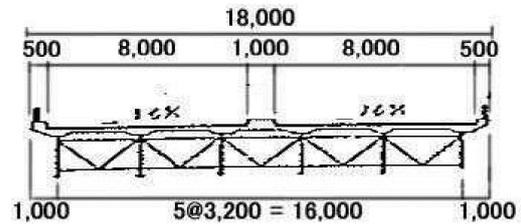
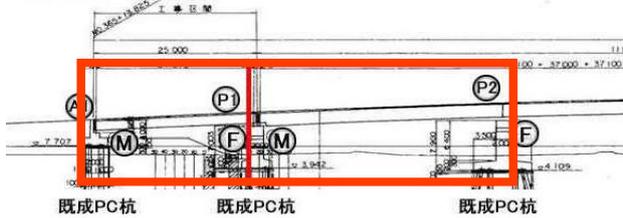
試験で確認する
カタログ項目 動作確認
(精度以外)

対象構造物の概要



第1径間長: 24.275m、第2径間長: 37.100m

対象径間: 第1径間、第2径間
至 横浜



床版 Ds (要素番号図)

0101					
0201	0202	0203	0204	0205	0206
0301	0302	0303	0304	0305	0306
0401	0402	0403	0404	0405	0406
0501	0502	0503	0504	0505	0506
0601	0602	0603	0604	0605	0606
0701					

第1径間: 0504、0505、0506

床版 Ds (要素番号図)

0101							
0201	0202	0203	0204	0205	0206	0207	0208
0301	0302	0303	0304	0305	0306	0307	0308
0401	0402	0403	0404	0405	0406	0407	0408
0501	0502	0503	0504	0505	0506	0507	0508
0601	0602	0603	0604	0605	0606	0607	0608
0701							

第2径間: 0603、0604

対象径間: 第1径間、第2径間

計測対象部材: 床版(上記 赤枠内の5パネル)

- ① カメラセッティング(写真-1)
- ② 撮影(第1径間:桁下斜面を背に撮影)(写真-2)
- ③ 撮影(第1径間:桁下空間低い 屈んで撮影)(写真-3)
- ④ 撮影(第2径間:桁下空間高い 立って撮影)(写真-4)
- ⑤ 撮影した画像を、後日、画像接合し、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-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



第1径間:桁下(写真-5)

写真-6

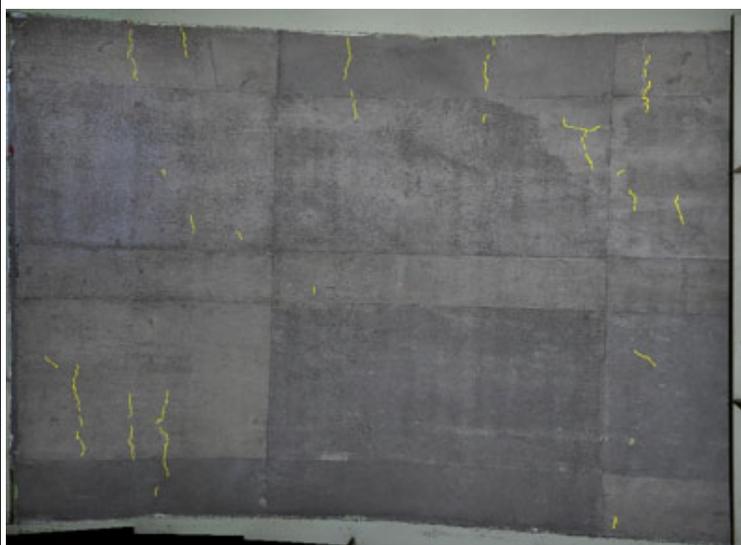


第2径間:桁下(写真-6)

※撮影した画像から、ひびわれを確認する。(写真-5、写真-6)

■計測結果

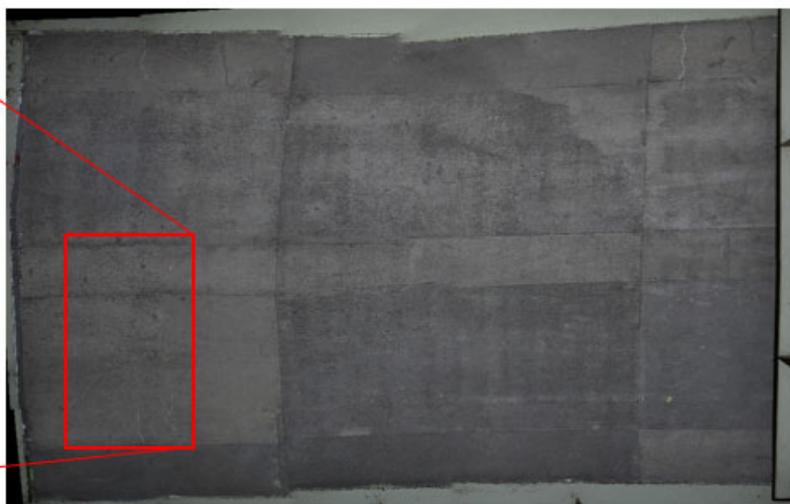
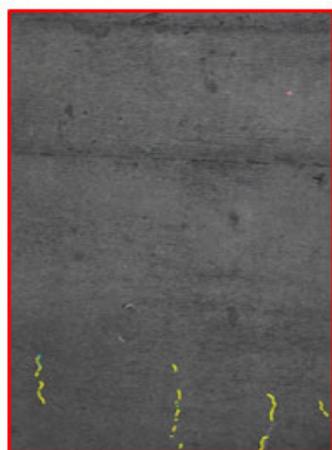
第1径間 0504



ひび割れ幅 凡例

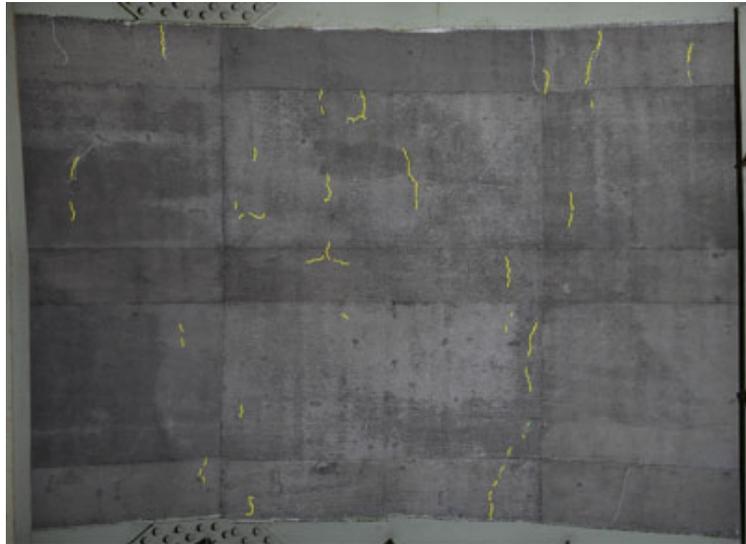


ひび割れは見下げ図で描画

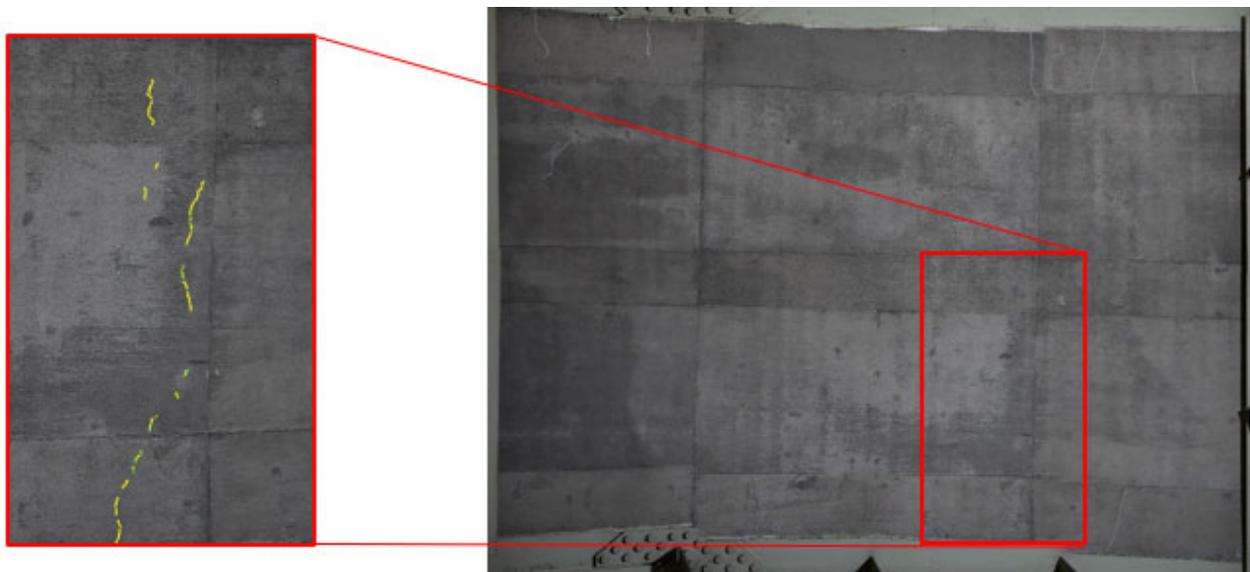


第1径間 0505

ひび割れ幅 凡例

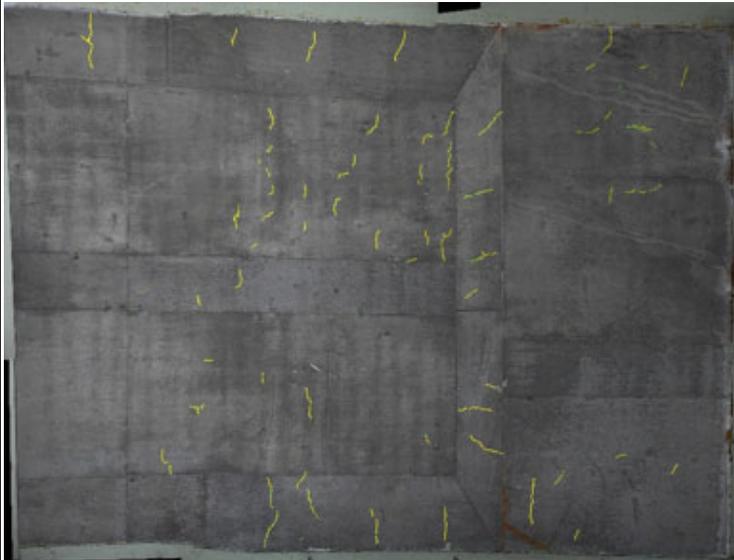


ひび割れは見下げ図で描画

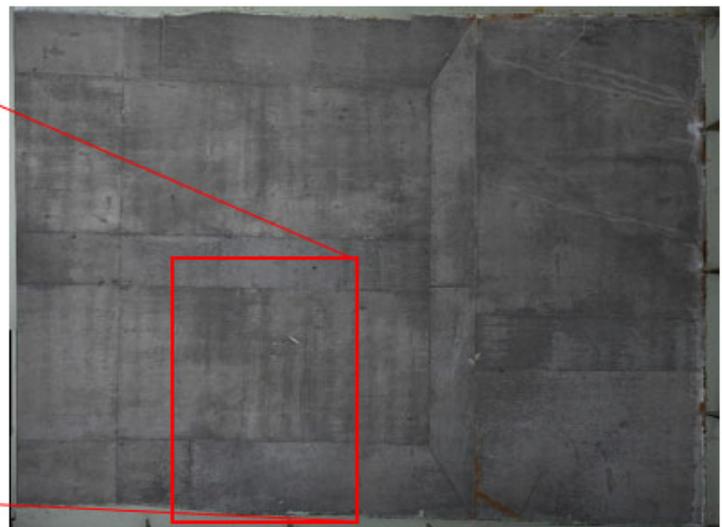
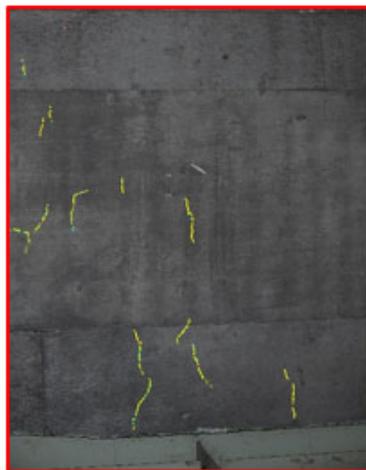


第1径間 0506

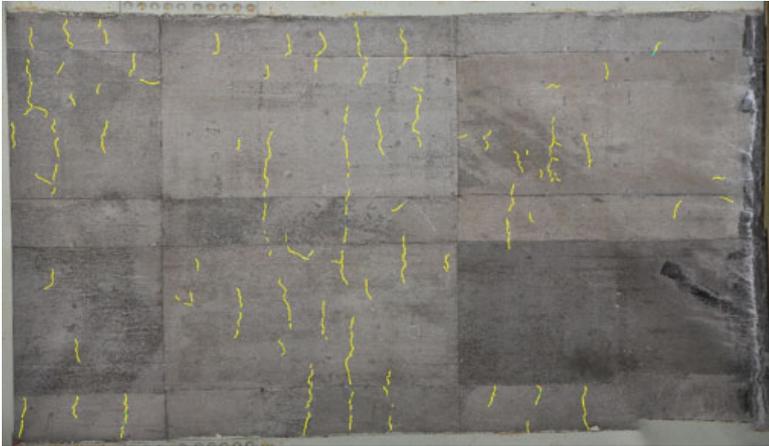
ひび割れ幅 凡例



ひび割れは見下げ図で描画



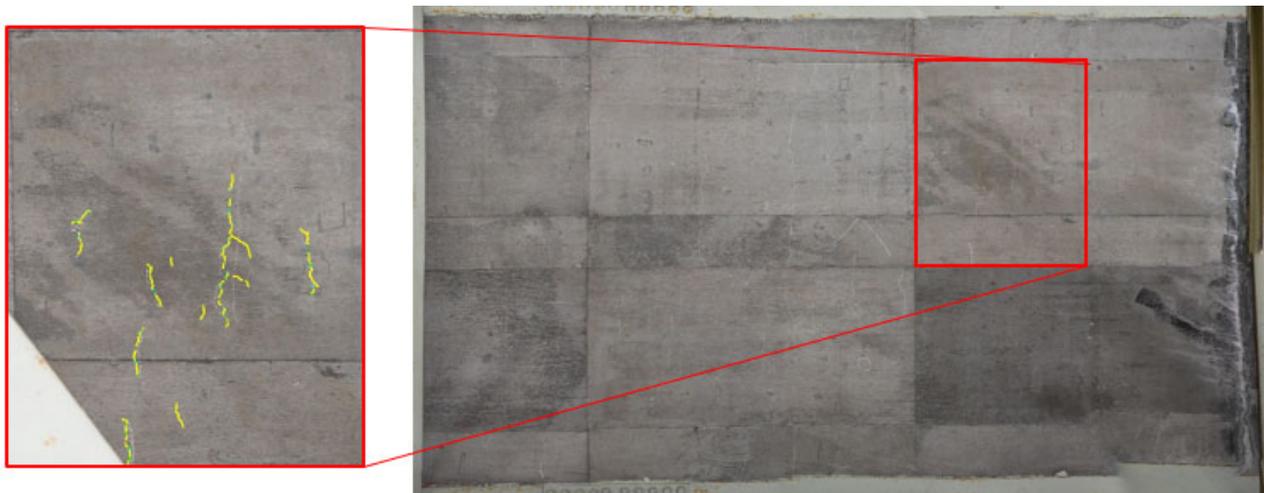
第2径間 0603



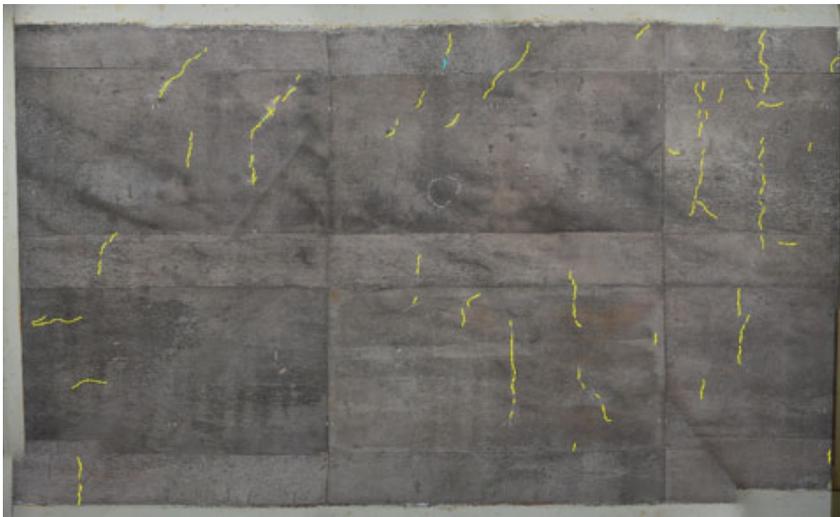
ひび割れ幅 凡例



ひび割れは見下げ図で描画
(画像を反転)



第2径間 0604



ひび割れ幅 凡例



ひび割れは見下げ図で描画

