

技術番号	BR010044
------	----------

技術名	360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ)	開発者名	一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所
-----	----------------------------	------	------------------------

試験日	令和4年 3月 10日	天候	晴れ	気温	13.7 °C	風速	2.3 m/s
-----	-------------	----	----	----	---------	----	---------

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

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

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

対象構造物の概要

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

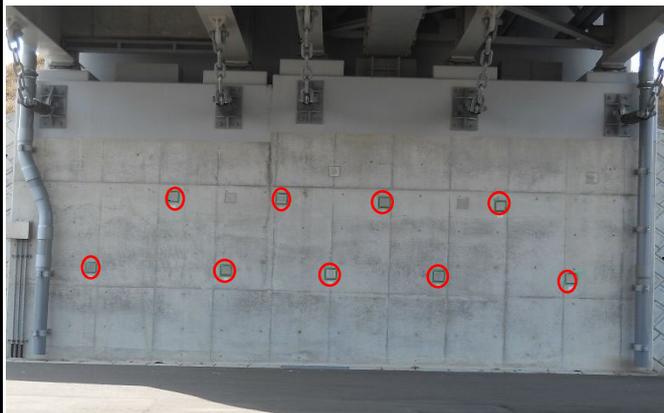


写真-1: A1橋台 (9パネル)

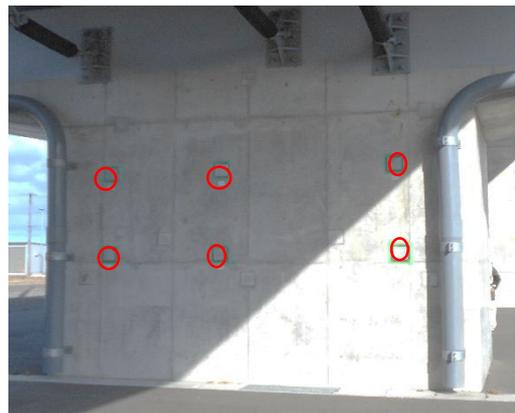
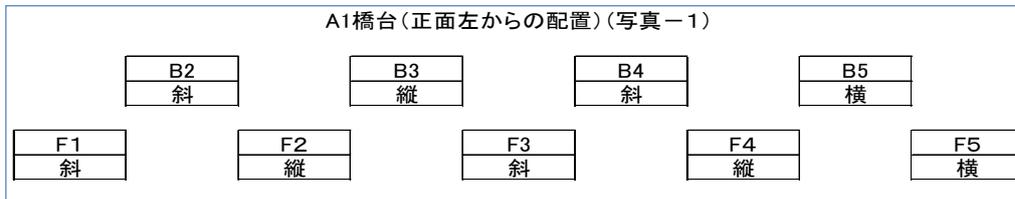


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置)(写真-1)



P1橋脚(起点側)(正面左からの配置)(写真-2)

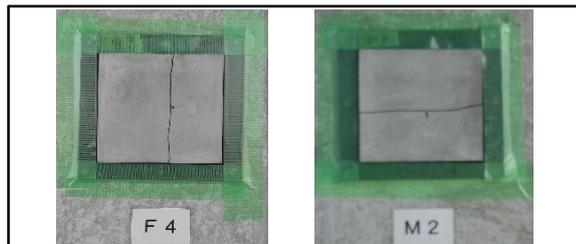
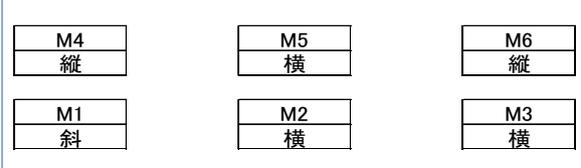


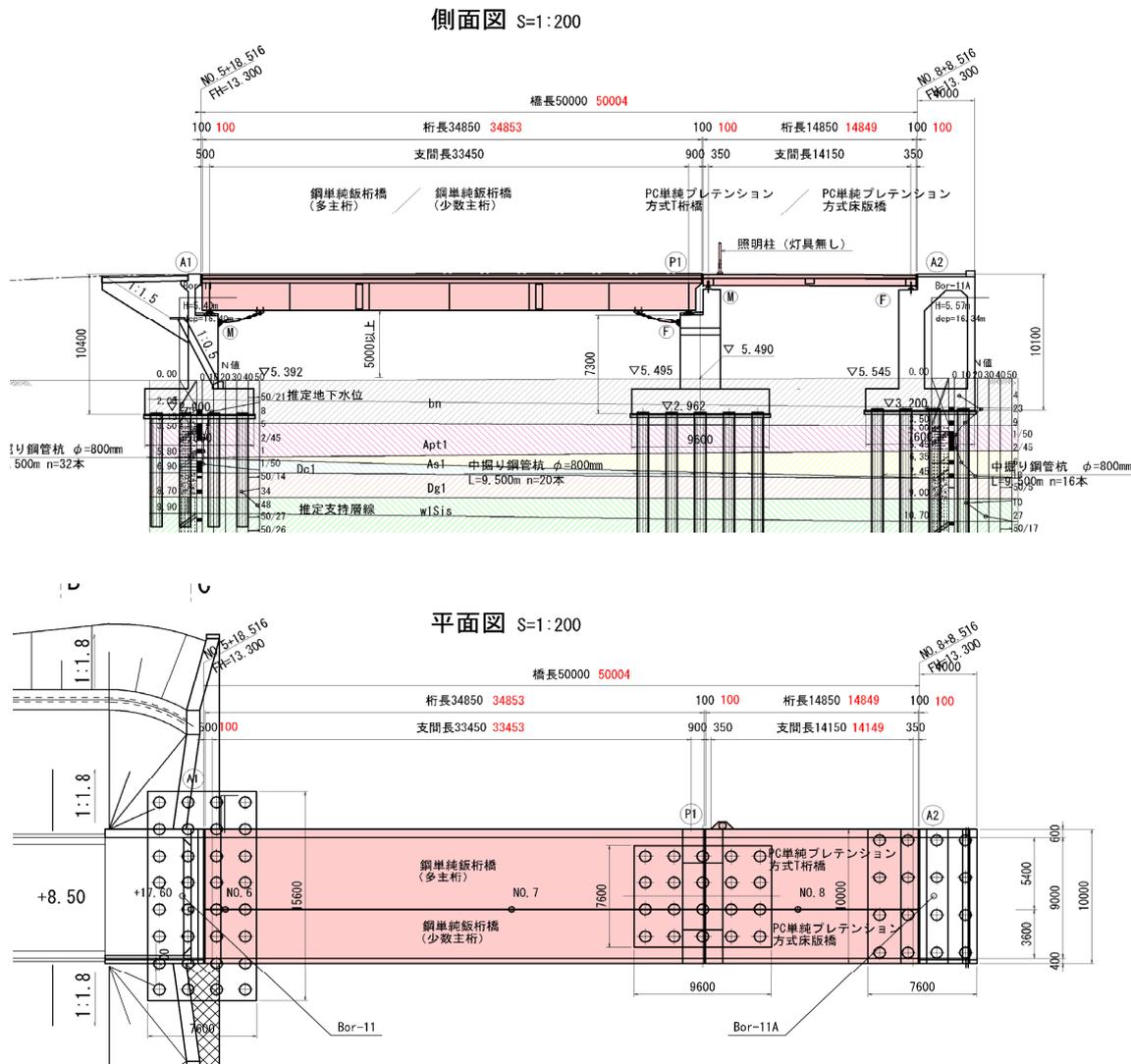
写真-3: パネル(抜粋 F4、M2)

試験方法(手順)	技術番号	BR010044
①	機器の搬入(360度カメラ、伸縮棒)(写真-4)	
②	機器の搬入(手持ち用照明)(写真-5)	
③	測定状況(PC単純プレテン桁橋部の撮影)(写真-6)	
④	測定状況(PC単純プレテン床版橋部の撮影)(写真-7)	
⑤	計測終了後、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することで剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。	

開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



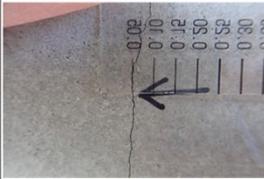
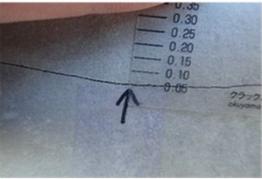
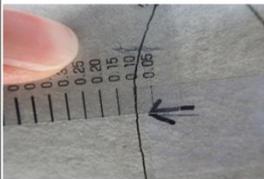
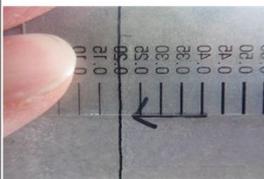
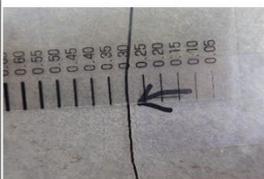
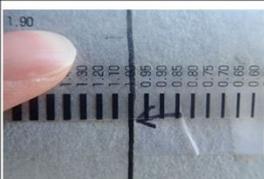
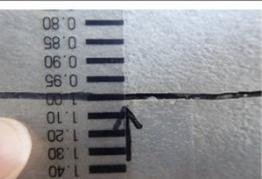
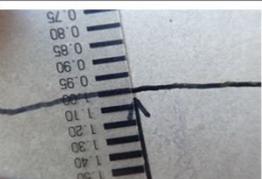
撮影面積(橋面積=橋長×全幅員=50×10=500m²)を通常撮影しながら移動して、移動に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 500\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※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	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	F4	M2	B2
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

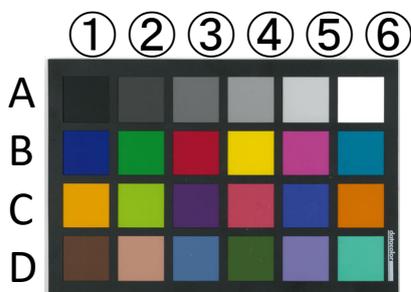


写真-8



写真-9 □:K1

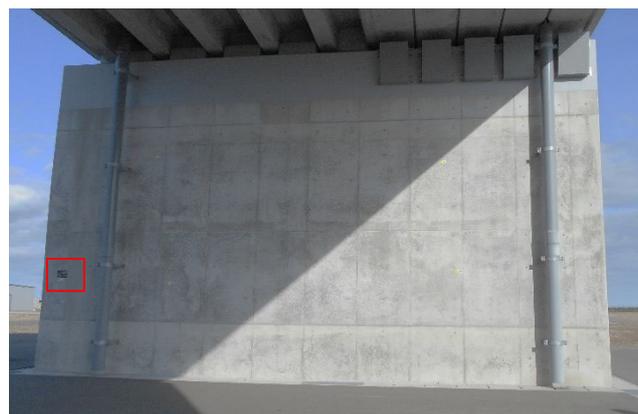


写真-10 □:K2

	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: 500m²、撮影時間: 19分1秒 (=1141秒)撮影速度 = 500 / 1141 = 0.438m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Insta360 ONE X2 (Insta360製)

■被写体距離: 1.5~2.0 m ■照度: 9.3~73.6 kLux ■風速: 2.3~2.7 m/s

■気温: 13.6~13.7 °C

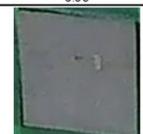
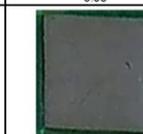
■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) mm ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

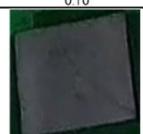
■絞り: f 2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

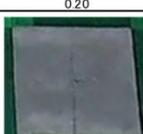
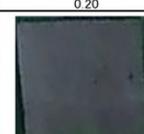
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760 × 2880 (5.7k)

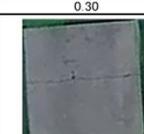
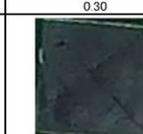
最小ひびわれ幅・計測精度

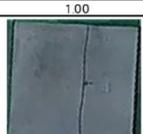
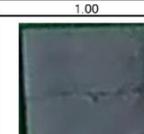
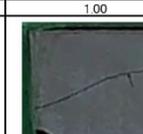
計測値

チャート番号	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	計測不可	0.62	計測不可

チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
真値	0.10	0.10	0.10
撮影画像			
計測値	計測不可	0.6	計測不可

チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
真値	0.20	0.20	0.20
撮影画像			
計測値	0.85	計測不可	0.9

チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
真値	0.30	0.30	0.30
撮影画像			
計測値	計測不可	1.69	0.6

チャート番号	F4	M2	B2
方向	縦	横	斜
真値	1.00	1.00	1.00
撮影画像			
計測値	1.73	1.93	1.45

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	—
0.1mm	—
0.2mm	—
0.3mm	—
1.0mm	0.730365205

※色識別性能

■カメラ名称: Insta360 ONE X2 (Insta360製)

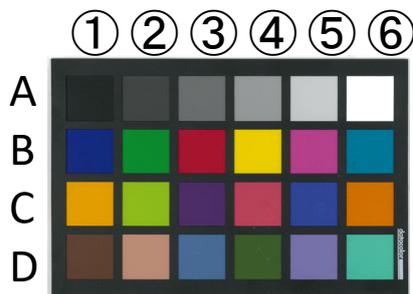
■被写体距離: 1.5~2.0 m ■照度: 9.3~73.6 kLux ■風速: 2.3~2.7 m/s

■気温: 13.6~13.7 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) mm ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: f 2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880(5.7k)



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	0	41	0	43	1
A-2	80	17	80	22	78	31
A-3	122	70	118	74	116	84
A-4	161	105	157	114	154	126
A-5	202	136	198	143	195	158
A-6	249	151	242	165	238	179
B-1	25	0	55	3	135	93
B-2	57	56	146	122	64	60
B-3	186	152	26	48	51	48
B-4	245	186	205	144	0	78
B-5	192	141	75	60	145	102
B-6	0	40	127	89	159	156
C-1	238	209	158	111	25	75
C-2	157	104	188	151	54	71
C-3	83	6	58	3	106	16
C-4	195	166	79	67	95	76
C-5	58	9	88	43	159	125
C-6	222	195	118	75	32	64
D-1	112	56	76	38	60	27
D-2	197	143	145	108	125	98
D-3	87	48	120	81	155	137
D-4	82	38	106	67	60	34
D-5	126	72	125	83	174	157
D-6	98	68	187	138	166	149

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	0	41	0	43	2
A-2	80	36	80	40	78	43
A-3	122	84	118	87	116	101
A-4	161	120	157	130	154	139
A-5	202	145	198	158	195	170
A-6	249	174	242	187	238	206
B-1	25	1	55	1	135	116
B-2	57	63	146	139	64	66
B-3	186	180	26	59	51	58
B-4	245	211	205	156	0	85
B-5	192	160	75	67	145	118
B-6	0	49	127	103	159	188
C-1	238	238	158	114	25	80
C-2	157	119	188	160	54	76
C-3	83	7	58	2	106	28
C-4	195	179	79	68	95	79
C-5	58	11	88	46	159	163
C-6	222	227	118	82	32	72
D-1	112	59	76	37	60	21
D-2	197	158	145	113	125	106
D-3	87	48	120	97	155	166
D-4	82	41	106	73	60	37
D-5	126	79	125	100	174	184
D-6	98	74	187	150	166	173

技術番号 BR010044

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

試験日 令和4年 3月 10日 天候 晴れ 気温 13.7 °C 風速 2.3 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 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。

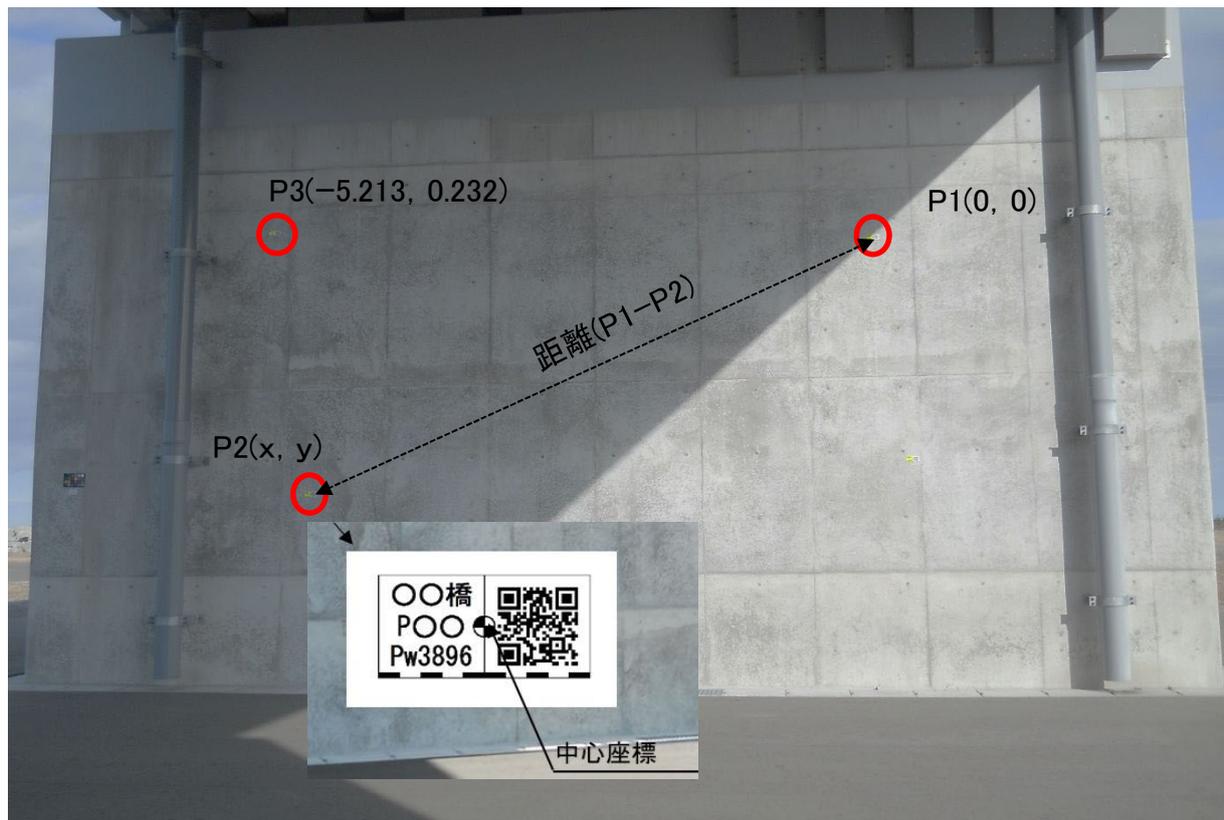


写真-1

試験方法(手順)	技術番号	BR010044
① 機器の搬入(360度カメラ、伸縮棒)(写真-2)		
② 機器の搬入(手持ち用照明)(写真-3)		
③ 測定状況(PC単純プレテン桁橋部の撮影)(写真-4)		
④ 測定状況(PC単純プレテン床版橋部の撮影)(写真-5)		
⑤ 計測終了後、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することで剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。		

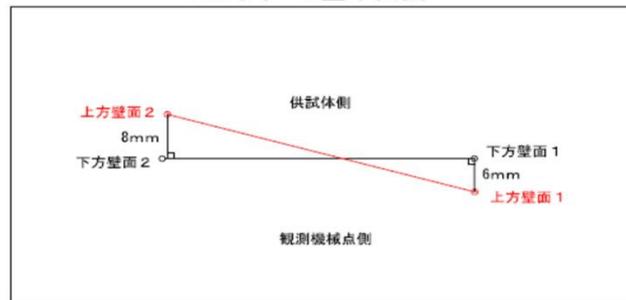
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

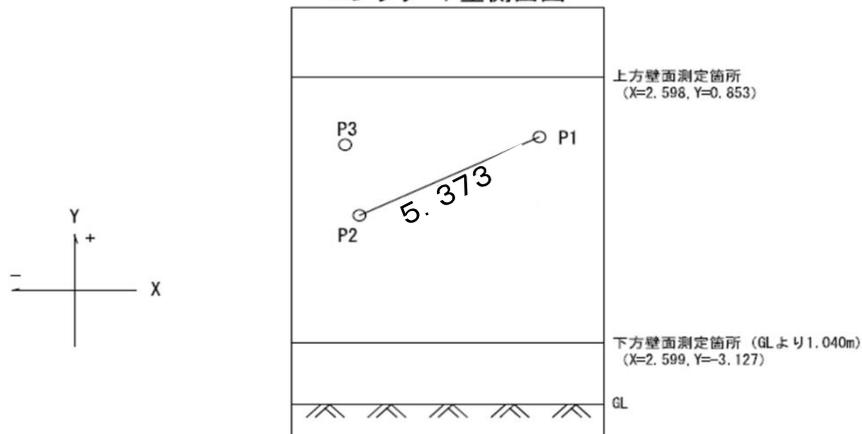
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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-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	-4.830	-2.353	0.001
P3	-5.213	0.232	-0.005

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Insta360 ONE X2 (Insta360製)

■被写体距離: 1.5~2.0 m ■照度: 9.3~73.6 kLux ■風速: 2.3~2.7 m/s

■気温: 13.6~13.7 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) mm ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: f 2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880(5.7k)

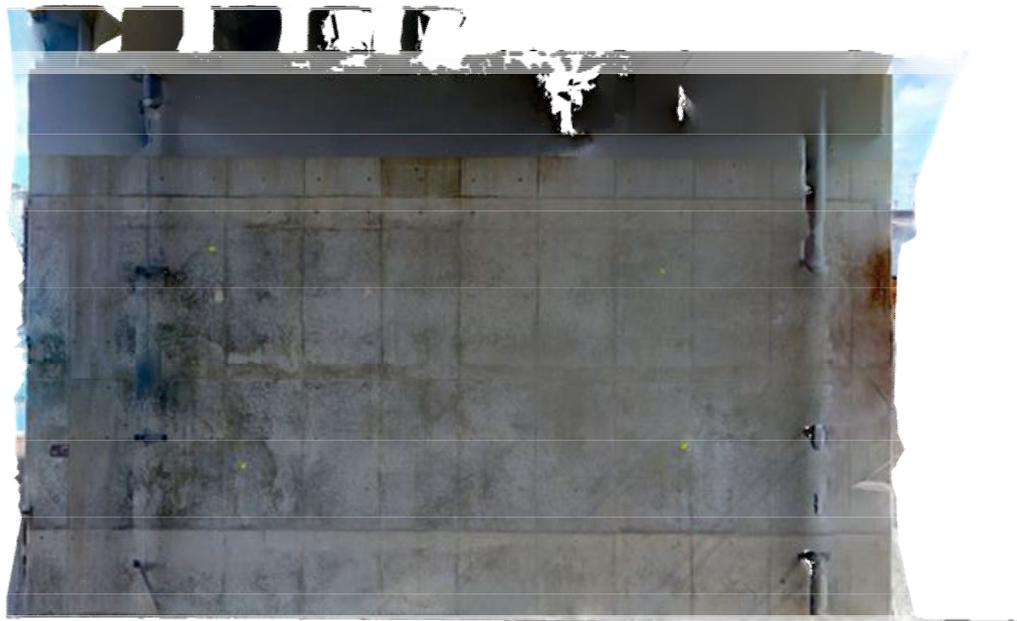


写真-6 オルソ画像

コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離(P1-P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P1	0.000			0.000			0.000			
P2	-4.830	-4.810	-0.020	-2.353	-2.350	-0.003	0.001	5.373	5.350	99.57%
P3	-5.213	-5.213		0.232	0.232		-0.005			

技術番号 BR010044

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

試験日 令和5年 11月 28日 天候 晴れ 気温 20.3 °C 風速 1.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

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

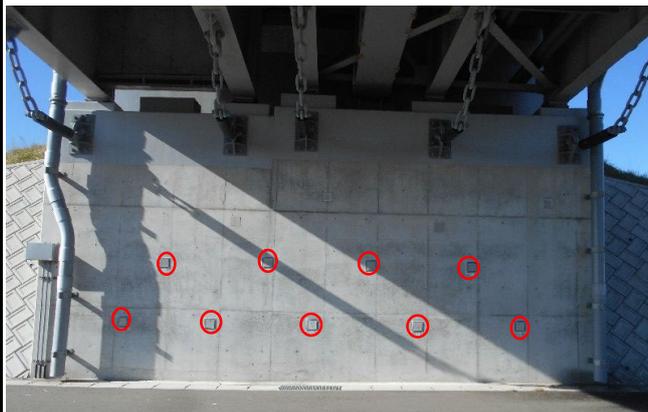


写真-1: A1橋台 (9パネル)



写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置(写真-1))

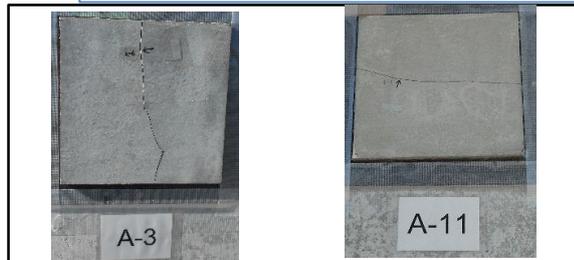
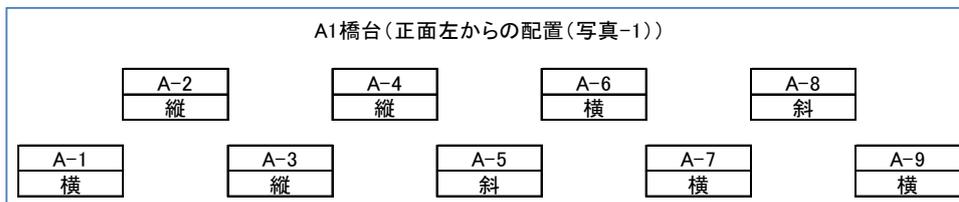
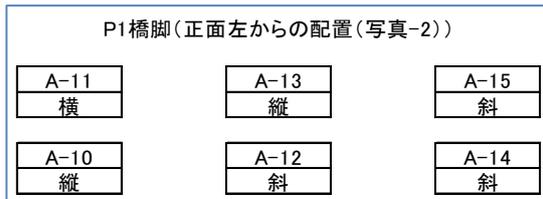


写真-3: パネル(抜粋 A-3、A-11)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))

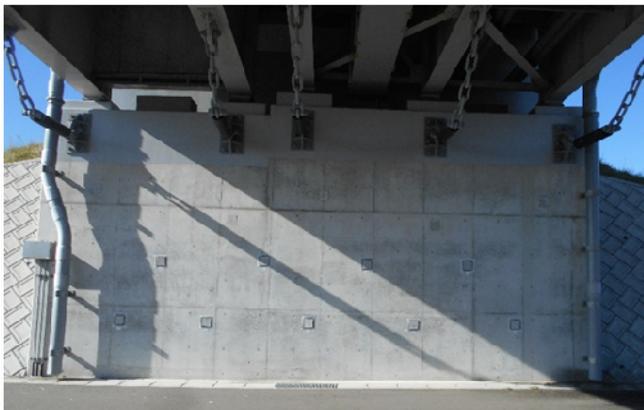


試験方法(手順)	技術番号	BR010044
① 機器の搬入(360度カメラ)伸縮棒(写真-4)		
② 機器の搬入(手持ち伸縮棒 最大長7.5m)(写真-5)		
③ 測定状況(A1橋台縦壁部には位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)		
④ 測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-7)		
⑤ 計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は令和4年3月10日の撮影画像とオルソ画像から求める。		

開発者による計測機器の設置状況



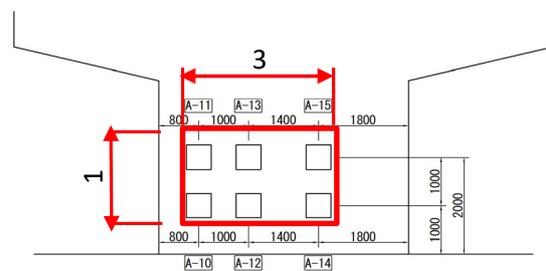
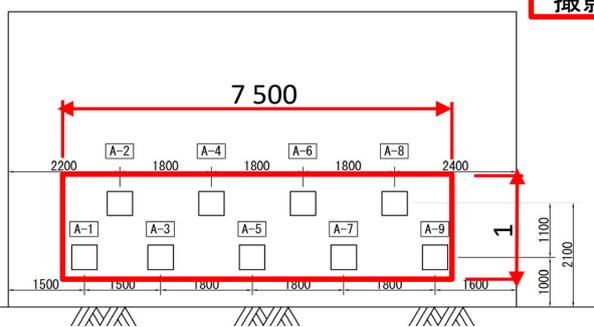
※撮影速度



A1橋台

撮影範囲

P1橋脚



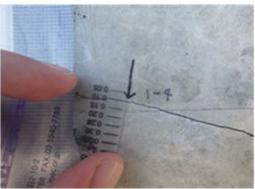
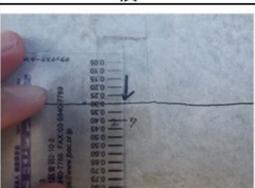
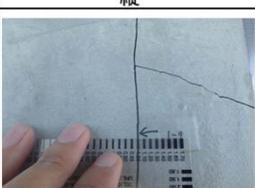
撮影面積(7.5×1.5+3.5×1.5=16.5m²)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

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

※色識別性能

※令和4年3月10日に撮影

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

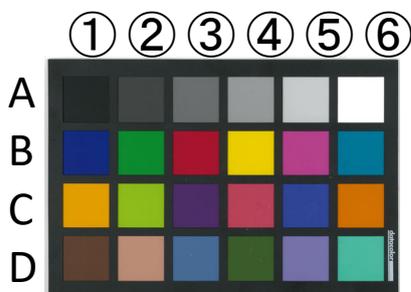


写真-8



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(2分30秒)、P1(1分45秒) = 4分15秒 = 255秒(255sec)

撮影速度 = 16.5 / 255 = 0.065m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Insta360 ONE X2(Insta360製)

■被写体距離: 0.3 m ■照度: 4.04~12.4 kLux ■風速: 0.0~4.2 m/s

■気温: 13.6~13.7 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) mm ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: f 2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760 × 2880(5.7k)

チャート番号	A-2	A-11	A-15
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.11	0.13	0.12
チャート番号	A-10	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.19	0.18	0.21
チャート番号	A-4	A-6	A-5
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.27	0.19	0.23
チャート番号	A-3	A-9	A-12
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.29	0.26	0.35
チャート番号	A-13	A-7	A-8
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.12	0.97	0.97

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.07mm
0.1mm	0.09mm
0.2mm	0.04mm
0.3mm	0.04mm
1.0mm	0.07mm

※色識別性能

■カメラ名称: Insta360 ONE X2 (Insta360製)

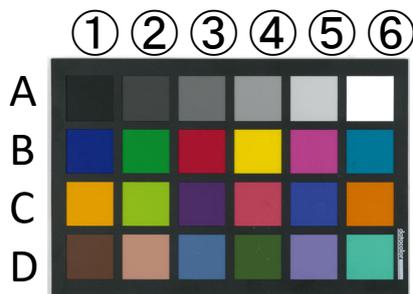
■被写体距離: 1.5~2.0 m ■照度: 9.3~73.6 kLux ■風速: 2.3~2.7 m/s

■気温: 13.6~13.7 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) mm ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: f 2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

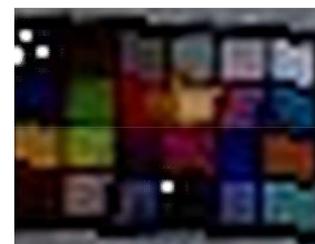
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880(5.7k)



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	0	41	0	43	1
A-2	80	17	80	22	78	31
A-3	122	70	118	74	116	84
A-4	161	105	157	114	154	126
A-5	202	136	198	143	195	158
A-6	249	151	242	165	238	179
B-1	25	0	55	3	135	93
B-2	57	56	146	122	64	60
B-3	186	152	26	48	51	48
B-4	245	186	205	144	0	78
B-5	192	141	75	60	145	102
B-6	0	40	127	89	159	156
C-1	238	209	158	111	25	75
C-2	157	104	188	151	54	71
C-3	83	6	58	3	106	16
C-4	195	166	79	67	95	76
C-5	58	9	88	43	159	125
C-6	222	195	118	75	32	64
D-1	112	56	76	38	60	27
D-2	197	143	145	108	125	98
D-3	87	48	120	81	155	137
D-4	82	38	106	67	60	34
D-5	126	72	125	83	174	157
D-6	98	68	187	138	166	149

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	0	41	4	43	0
A-2	80	19	80	6	78	0
A-3	122	45	118	46	116	39
A-4	161	76	157	88	154	89
A-5	202	146	198	129	195	143
A-6	249	186	242	185	238	197
B-1	25	7	55	13	135	57
B-2	57	43	146	76	64	17
B-3	186	87	26	8	51	1
B-4	245	190	205	144	0	95
B-5	192	77	75	45	145	99
B-6	0	17	127	62	159	97
C-1	238	163	158	110	25	52
C-2	157	128	188	119	54	34
C-3	83	28	58	3	106	24
C-4	195	103	79	7	95	50
C-5	58	6	88	9	159	87
C-6	222	124	118	44	32	14
D-1	112	27	76	1	60	2
D-2	197	129	145	103	125	100
D-3	87	39	120	43	155	77
D-4	82	10	106	9	60	13
D-5	126	64	125	63	174	90
D-6	98	85	187	121	166	126

※色識別性能

■カメラ名称: Insta360 ONE X2(Insta360製)

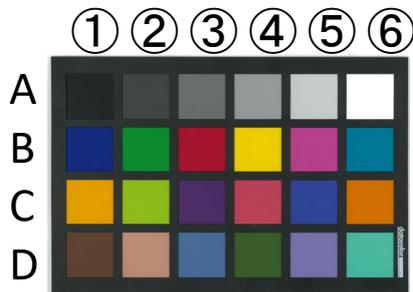
■被写体距離: 1.5~2.0 m ■照度: 9.3~73.6 kLux ■風速: 2.3~2.7 m/s

■気温: 13.6~13.7 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) mm ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: f 2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

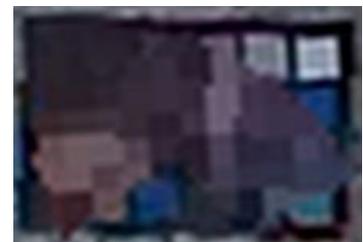
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880(5.7k)



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	0	41	0	43	2
A-2	80	36	80	40	78	43
A-3	122	84	118	87	116	101
A-4	161	120	157	130	154	139
A-5	202	145	198	158	195	170
A-6	249	174	242	187	238	206
B-1	25	1	55	1	135	116
B-2	57	63	146	139	64	66
B-3	186	180	26	59	51	58
B-4	245	211	205	156	0	85
B-5	192	160	75	67	145	118
B-6	0	49	127	103	159	188
C-1	238	238	158	114	25	80
C-2	157	119	188	160	54	76
C-3	83	7	58	2	106	28
C-4	195	179	79	68	95	79
C-5	58	11	88	46	159	163
C-6	222	227	118	82	32	72
D-1	112	59	76	37	60	21
D-2	197	158	145	113	125	106
D-3	87	48	120	97	155	166
D-4	82	41	106	73	60	37
D-5	126	79	125	100	174	184
D-6	98	74	187	150	166	173

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	40	41	36	43	47
A-2	80	45	80	38	78	48
A-3	122	55	118	46	116	63
A-4	161	100	157	88	154	108
A-5	202	133	198	147	195	157
A-6	249	178	242	189	238	211
B-1	25	35	55	38	135	63
B-2	57	47	146	37	64	48
B-3	186	45	26	31	51	49
B-4	245	105	205	93	0	115
B-5	192	62	75	53	145	77
B-6	0	23	127	64	159	123
C-1	238	104	158	79	25	86
C-2	157	105	188	89	54	99
C-3	83	50	58	38	106	54
C-4	195	73	79	64	95	85
C-5	58	47	88	42	159	67
C-6	222	70	118	65	32	93
D-1	112	69	76	40	60	48
D-2	197	114	145	92	125	96
D-3	87	20	120	62	155	97
D-4	82	35	106	46	60	54
D-5	126	75	125	83	174	102
D-6	98	59	187	106	166	126

技術番号	BR010044
------	----------

技術名	360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ)	開発者名	一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所
-----	----------------------------	------	------------------------

試験日	令和4年 3月 10日	天候	晴れ	気温	13.7 °C	風速	2.3 m/s
-----	-------------	----	----	----	---------	----	---------

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

カタログ分類	非破壊検査技術	カタログ	検出項目	剥離・鉄筋露出	試験区分	現場試験
--------	---------	------	------	---------	------	------

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

対象構造物の概要

全体一般図

対象: 鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)

写真-1 全体写真

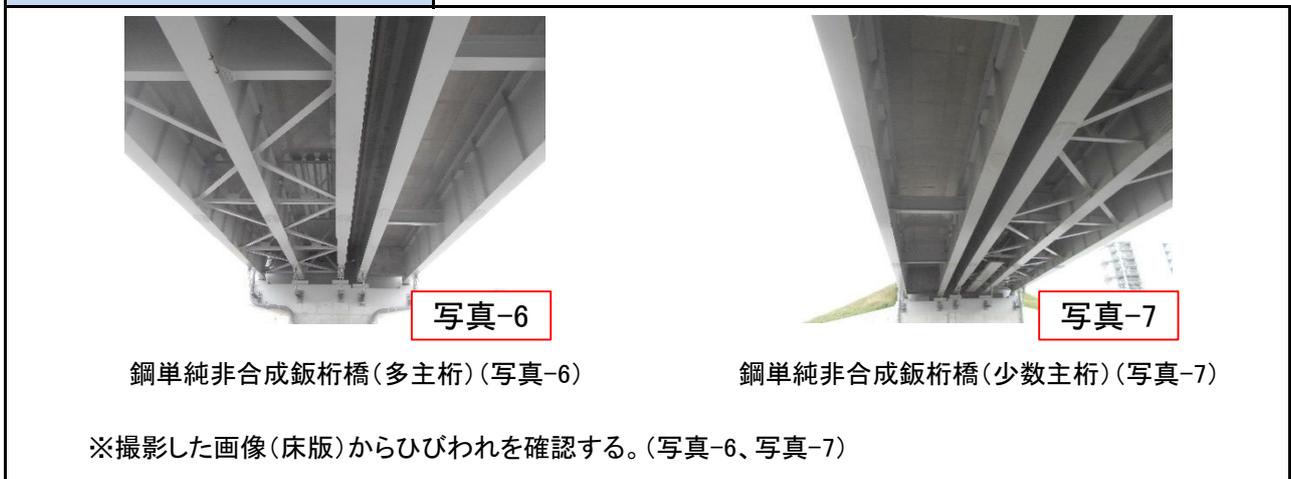
対象径間: 第1径間 計測対象部材: 床版下面(上記 赤色内)

試験方法(手順)	技術番号	BR010044
① 機器の搬入(360度カメラ、伸縮棒)(写真-2)		
② 機器の搬入(手持ち用照明)(写真-3)		
③ 測定状況(PC単純プレート桁橋部の撮影)(写真-4)		
④ 測定状況(PC単純プレート床版橋部の撮影)(写真-5)		
⑤ 計測終了後、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することで剥離・鉄筋露出の箇所を特定する。		

開発者による計測機器の設置状況



比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況



技術番号	BR010044
------	----------

技術名	360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ)	開発者名	一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所
-----	----------------------------	------	------------------------

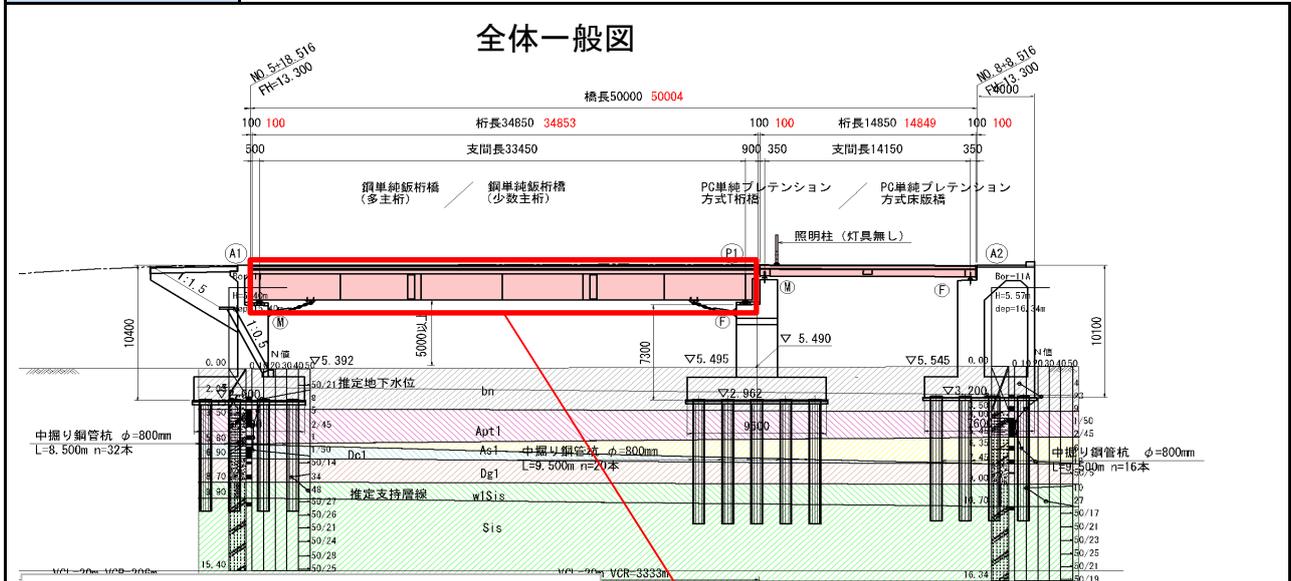
試験日	令和5年 11月 28日	天候	晴れ	気温	20.3 °C	風速	1.7 m/s
-----	--------------	----	----	----	---------	----	---------

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

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

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

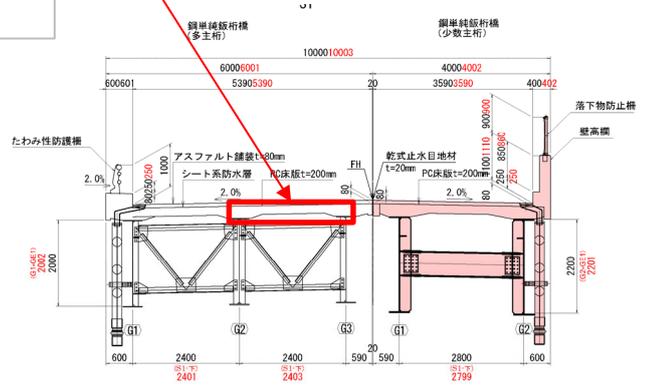
対象構造物の概要



対象: 鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)
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 機器の搬入(360度カメラ)(写真-2)
- ② 機器の搬入(手持ち伸縮棒 最大長7.5m)(写真-3)
- ③ 測定状況(第1径間床版部)(写真-4)
- ④ 測定状況(第1径間床版部)(写真-5)
- ⑤ 計測終了後、撮影画像からひびわれを特定し幅を計測する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



写真-6

鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)

※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

■カメラ名称: Insta360 ONE X2(Insta360製)

■被写体距離: 0.5~1.0 m ■照度: 8.75~52.5 kLux ■風速: 0.0~4.7 m/s

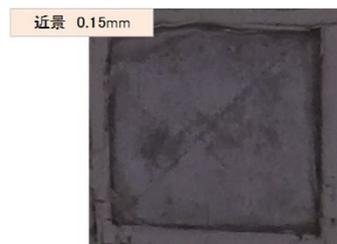
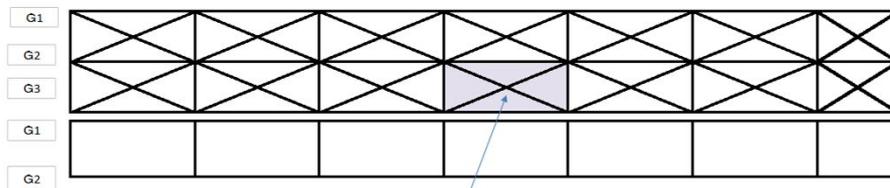
■気温: 22.0 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) mm ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: f 2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880(5.7k)

※計測結果:



技術番号 BR010044

X3

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

試験日 令和6年 12月 6日 天候 晴れ 気温 12.5 °C 風速 1.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

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

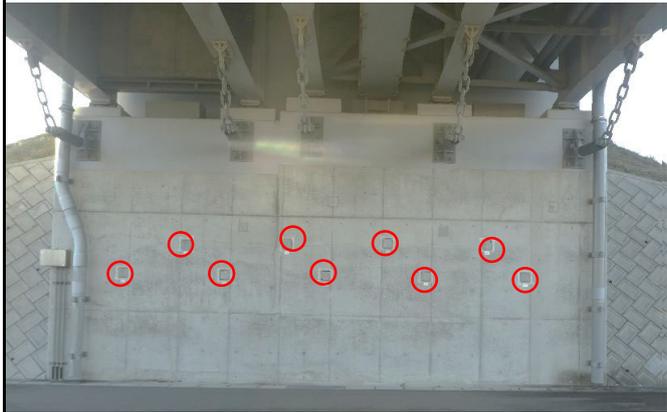


写真-1: A1橋台 (9パネル)

写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

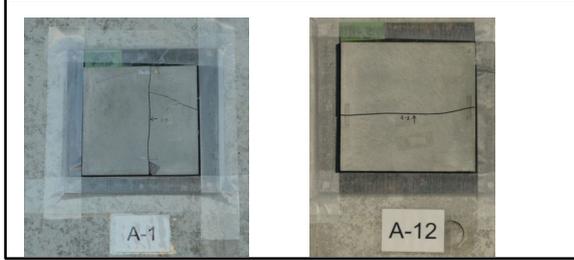


写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-12)

P1橋脚 (正面左からの配置(写真-2))		
A-11 縦	A-13 斜	A-15 横
A-10 縦	A-12 横	A-14 横

試験方法(手順)	技術番号	BR010044
① 機器の搬入(Insta360 X3、伸縮ポール)(写真-4)		
② 測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)		
③ 測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)		
④ 測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)		
⑤ 計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。		

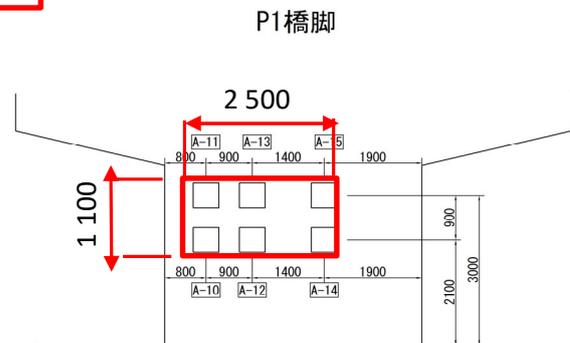
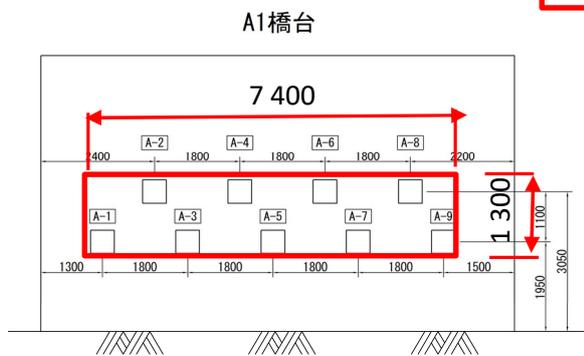
開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



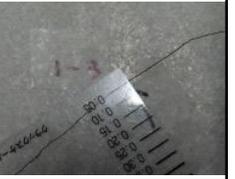
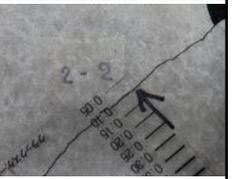
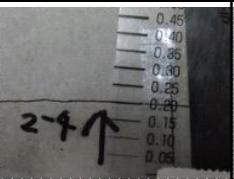
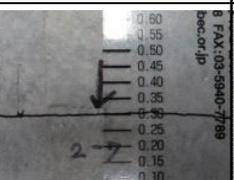
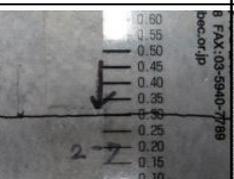
撮影面積(7.4×1.3+2.5×1.1=12.37m²)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 12.37\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

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

※色識別性能

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

配置はP1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所

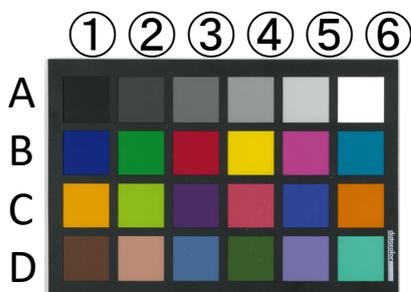


写真-8



写真-9 □:K1



写真-10 □:K2

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

※撮影速度

撮影面積:12.37m²、撮影時間:A1(1分17秒)、P1(40秒)=1分57秒=117秒(117sec)

撮影速度=12.37/117=0.106m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:Insta360 ONE X3(Insta360製)

■被写体距離:0.3m ■照度:6.15~61.8 kLux ■風速:0.0~3.2 m/s

■気温:12.5 °C

■焦点距離:7.2mm(35mm換算) ■シャッター速度:オート,1/8000~1/30秒

■絞り:F2.0 ■ISO値:オート,100~3200

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:5760×2880(5.7k)

チャート番号	A-10	A-7	A-9
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.11	0.15	0.10
チャート番号	A-2	A-3	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.20	0.18	0.20
チャート番号	A-11	A-14	A-6
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.27	0.18	0.21
チャート番号	A-4	A-15	A-13
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.28	0.26	0.35
チャート番号	A-1	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.12	0.95	0.97

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.07mm
0.1mm	0.09mm
0.2mm	0.04mm
0.3mm	0.04mm
1.0mm	0.08mm

※色識別性能

■カメラ名称: Insta360 ONE X3 (Insta360製)

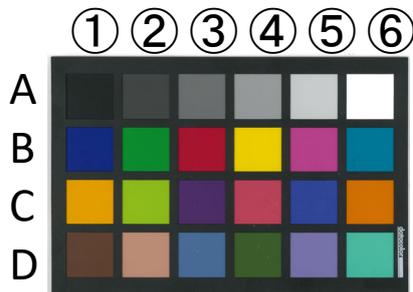
■被写体距離: 1m ■照度: 9.65~12.6 kLux ■風速: 0.0~3.7 m/s

■気温: 12.5 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: F2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880 (5.7k)



立会者撮影



K1: 開発者撮影画



K1: オルソ画像

K1: 計測比較

K1: 開発者撮影画

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	27	41	32	43	36
A-2	80	43	80	51	78	54
A-3	122	77	118	81	116	87
A-4	161	101	157	110	154	116
A-5	202	128	198	139	195	153
A-6	249	178	242	184	238	200
B-1	25	28	55	41	135	114
B-2	57	33	146	119	64	56
B-3	186	120	26	35	51	50
B-4	245	168	205	138	0	27
B-5	192	138	75	43	145	109
B-6	0	14	127	118	159	152
C-1	238	155	158	100	25	53
C-2	157	107	188	158	54	30
C-3	83	51	58	28	106	68
C-4	195	146	79	49	95	70
C-5	58	32	88	62	159	147
C-6	222	150	118	70	32	45
D-1	112	68	76	54	60	56
D-2	197	138	145	99	125	102
D-3	87	47	120	87	155	128
D-4	82	49	106	64	60	41
D-5	126	80	125	87	174	143
D-6	98	62	187	142	166	127

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	52	41	51	43	67
A-2	80	57	80	61	78	73
A-3	122	82	118	85	116	97
A-4	161	106	157	114	154	129
A-5	202	135	198	137	195	162
A-6	249	178	242	184	238	199
B-1	25	52	55	55	135	125
B-2	57	54	146	114	64	71
B-3	186	122	26	42	51	62
B-4	245	179	205	153	0	61
B-5	192	138	75	54	145	114
B-6	0	49	127	117	159	152
C-1	238	175	158	99	25	46
C-2	157	113	188	157	54	63
C-3	83	66	58	47	106	80
C-4	195	144	79	65	95	98
C-5	58	43	88	73	159	141
C-6	222	156	118	81	32	70
D-1	112	73	76	60	60	73
D-2	197	136	145	110	125	116
D-3	87	62	120	85	155	128
D-4	82	65	106	70	60	74
D-5	126	90	125	90	174	146
D-6	98	76	187	150	166	144

※色識別性能

■カメラ名称: Insta360 ONE X3 (Insta360製)

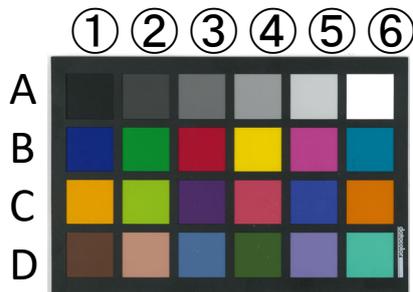
■被写体距離: 2m ■照度: 47.7~59.4 kLux ■風速: 0.0~3.0 m/s

■気温: 12.5 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: F2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880 (5.7k)



立会者撮影



K2: 開発者撮影画



K2: オルソ画像

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影画

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	27	41	32	43	37
A-2	80	40	80	45	78	48
A-3	122	72	118	69	116	78
A-4	161	91	157	96	154	108
A-5	202	121	198	120	195	138
A-6	249	146	242	160	238	179
B-1	25	32	55	36	135	62
B-2	57	61	146	84	64	75
B-3	186	76	26	40	51	53
B-4	245	149	205	129	0	53
B-5	192	104	75	52	145	95
B-6	0	57	127	89	159	124
C-1	238	122	158	97	25	80
C-2	157	115	188	137	54	75
C-3	83	46	58	37	106	56
C-4	195	103	79	64	95	73
C-5	58	52	88	54	159	100
C-6	222	116	118	66	32	57
D-1	112	51	76	44	60	42
D-2	197	113	145	103	125	104
D-3	87	67	120	75	155	94
D-4	82	52	106	63	60	59
D-5	126	82	125	84	174	125
D-6	98	72	187	120	166	122

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	13	41	9	43	0
A-2	80	0	80	1	78	0
A-3	122	38	118	39	116	41
A-4	161	79	157	81	154	96
A-5	202	118	198	120	195	145
A-6	249	143	242	154	238	182
B-1	25	11	55	5	135	49
B-2	57	20	146	46	64	37
B-3	186	38	26	2	51	1
B-4	245	155	205	123	0	81
B-5	192	72	75	30	145	64
B-6	0	20	127	68	159	98
C-1	238	111	158	98	25	82
C-2	157	109	188	114	54	82
C-3	83	3	58	4	106	8
C-4	195	77	79	32	95	55
C-5	58	11	88	12	159	66
C-6	222	80	118	58	32	86
D-1	112	15	76	5	60	8
D-2	197	91	145	84	125	92
D-3	87	36	120	45	155	76
D-4	82	4	106	5	60	35
D-5	126	55	125	60	174	108
D-6	98	69	187	125	166	131

技術番号 BR010044

X3

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

試験日 令和6年 12月 6日 天候 晴れ 気温 12.5 °C 風速 1.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

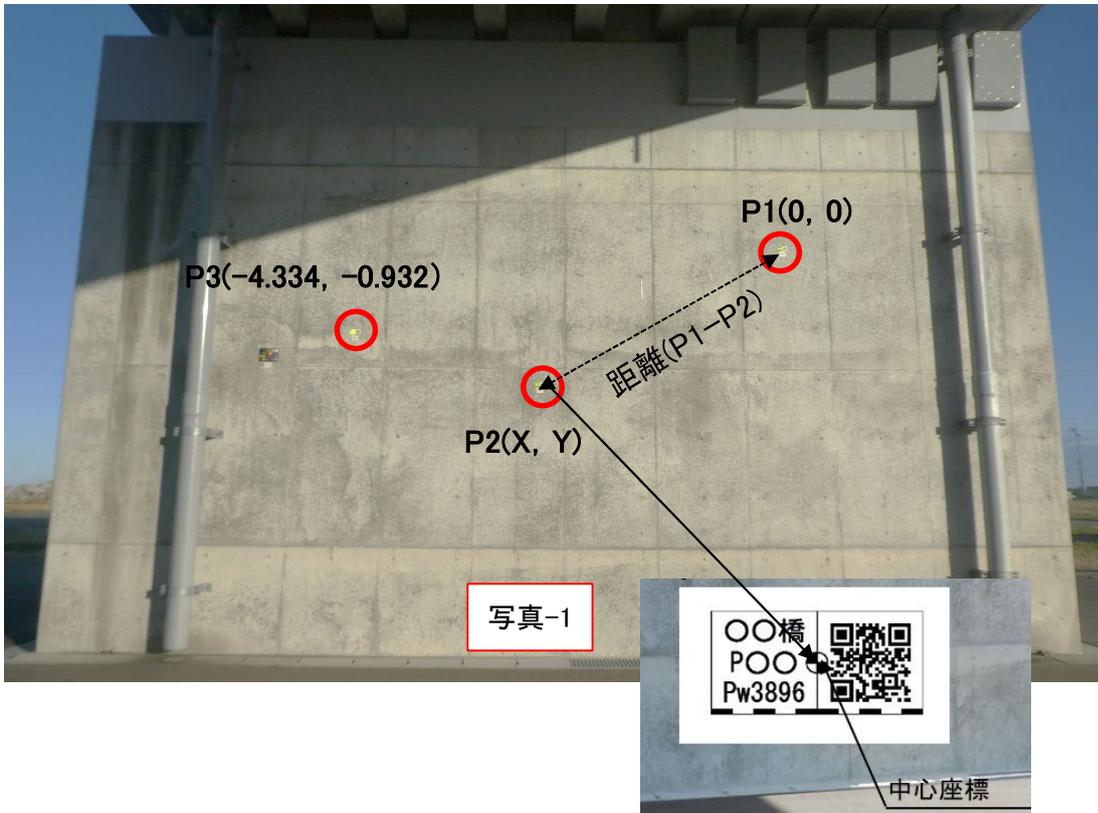
カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

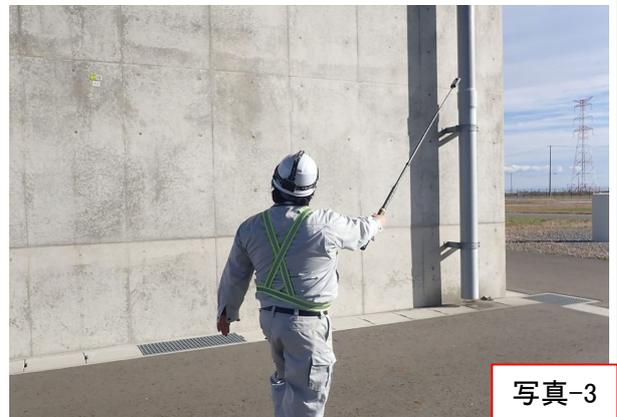
※検証試験体

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



- ① 機器の搬入(Insta360 X3、伸縮ポール)(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。

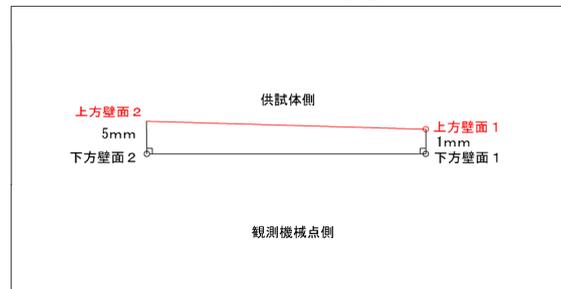
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

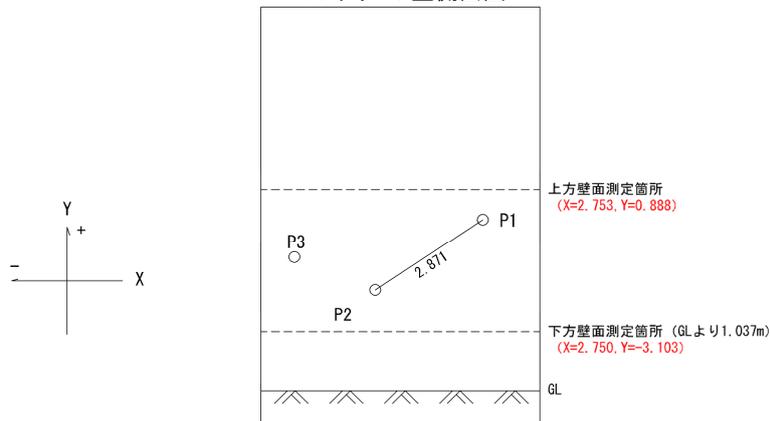
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-2.467	-1.468	0.004
P3	-4.334	-0.932	0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Insta360 ONE X3 (Insta360製)

■被写体距離: 2m ■照度: 47.7~59.4 kLux ■風速: 0.0~3.0 m/s

■気温: 12.5 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: F2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880 (5.7k)



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	-2.467	-2.423	-0.044	-1.468	-1.268	-0.200	2.871	2.735	95.3%
P3	-4.334	-4.334	/	-0.932	-0.932	/	/	/	/

技術番号 BR010044

X3

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

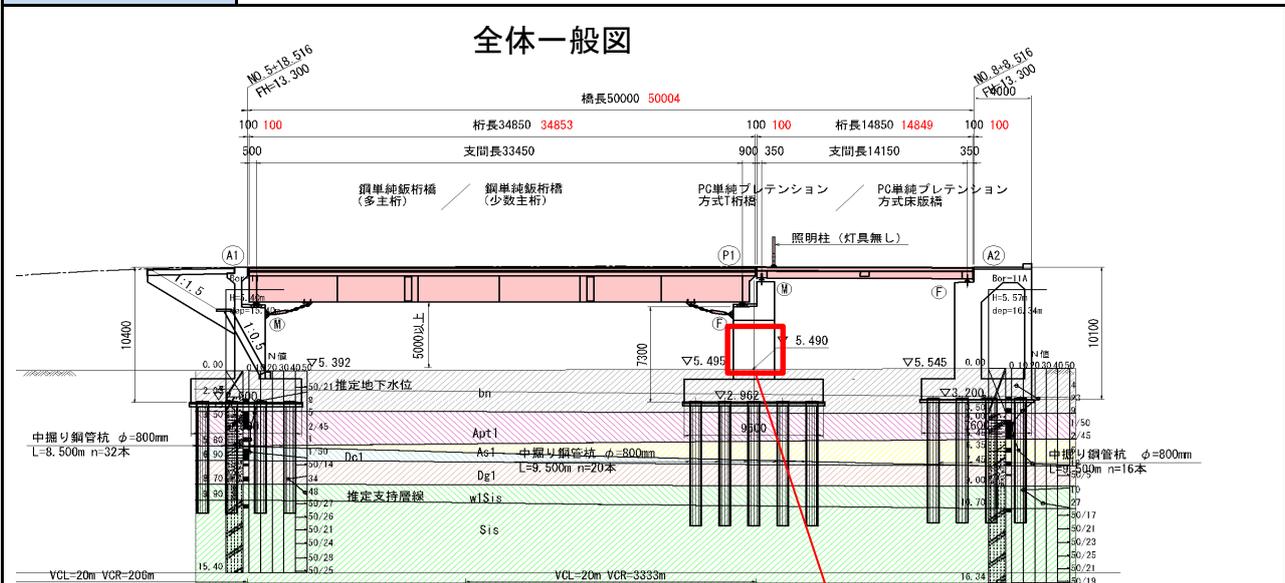
試験日 令和6年 12月 6日 天候 晴れ 気温 12.5 °C 風速 1.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

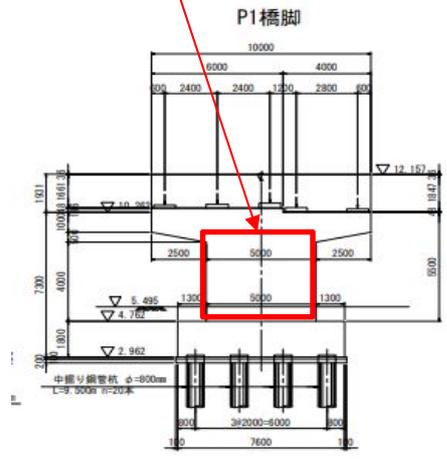
対象構造物の概要



対象:P1橋脚 張出式橋脚



写真-1 全体写真



計測対象部材:P1橋脚柱部(起点側)(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(Insta360 X3、伸縮ポール)(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ図等を作成する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4

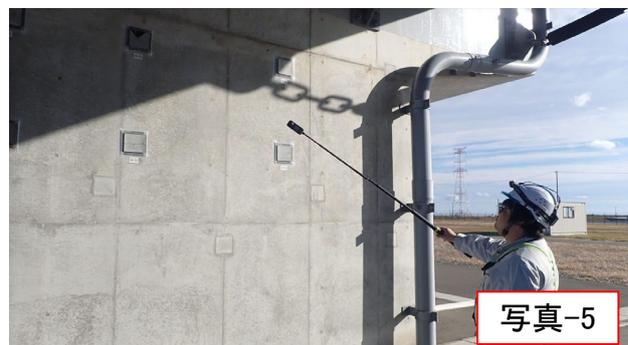


写真-5

■カメラ名称:Insta360 ONE X3(Insta360製)

■被写体距離:2m ■照度:6.33~56.4 kLux ■風速:0.0~3.2 m/s

■気温:12.5 °C

■焦点距離:7.2mm(35mm換算) ■シャッター速度:オート,1/8000~1/30秒

■絞り:F2.0 ■ISO値:オート,100~3200

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:5760×2880(5.7k)

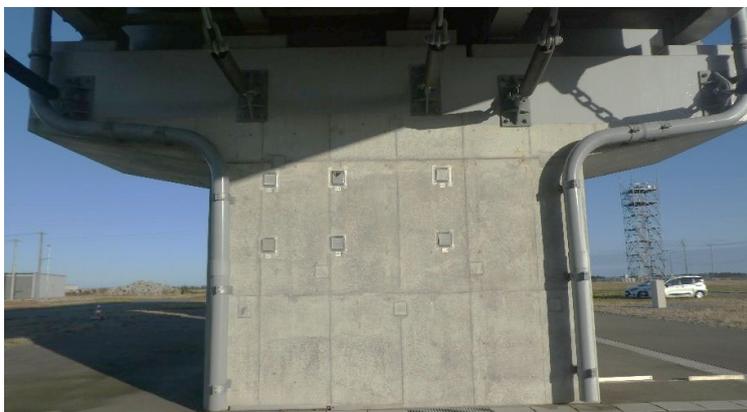
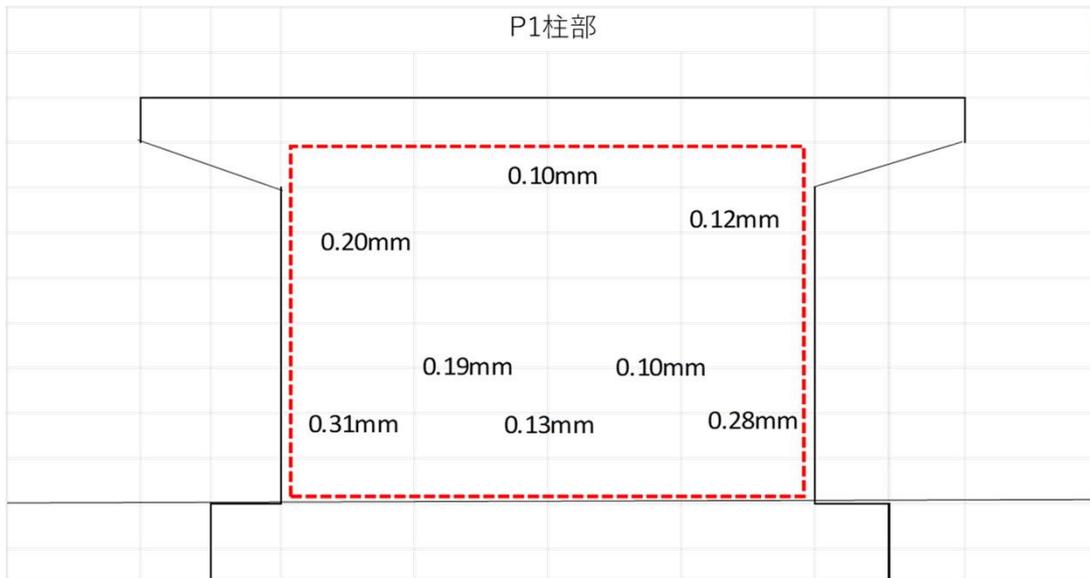
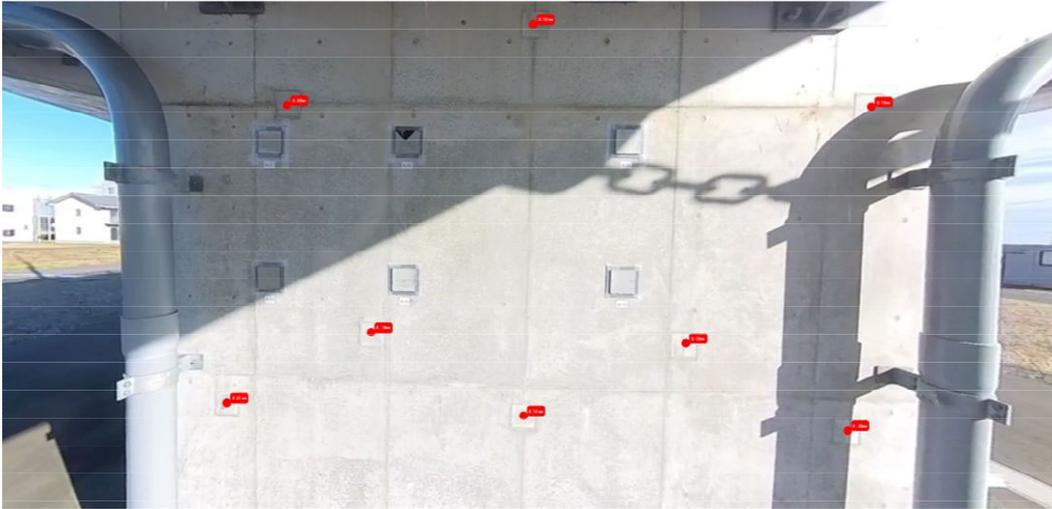


写真-6

※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))(写真-6)からひびわれを確認する。

※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ(8箇所)



技術番号 BR010044

X4

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

試験日 令和6年 12月 6日 天候 晴れ 気温 12.5 °C 風速 1.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

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

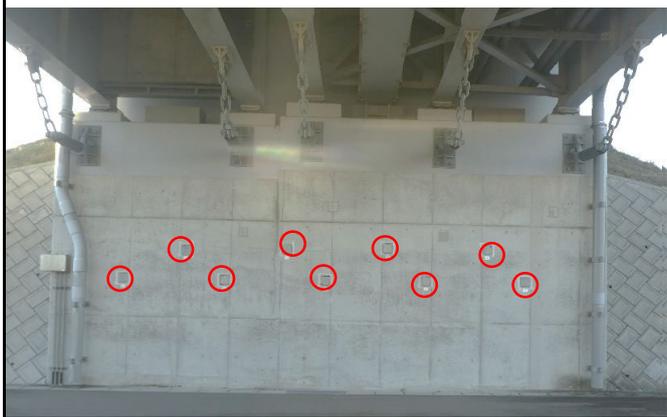


写真-1: A1橋台 (9パネル)

写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

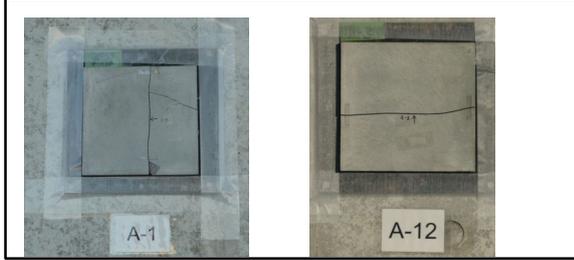
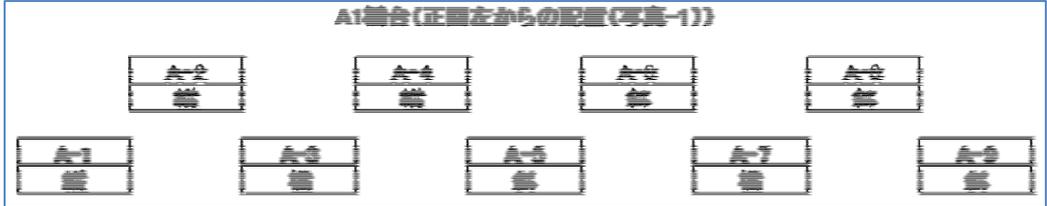
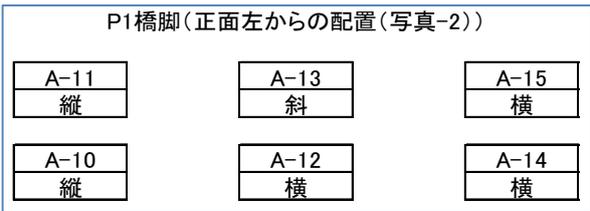


写真-3: パネル(抜粋 A-1、A-12)



試験方法(手順)	技術番号	BR010044
① 機器の搬入(Insta360 X4、伸縮ポール)(写真-4)		
② 測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)		
③ 測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)		
④ 測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)		
⑤ 計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。		

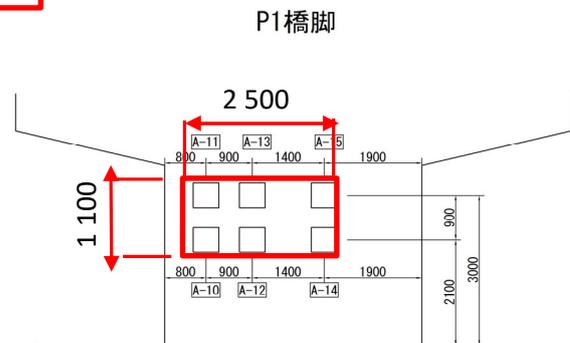
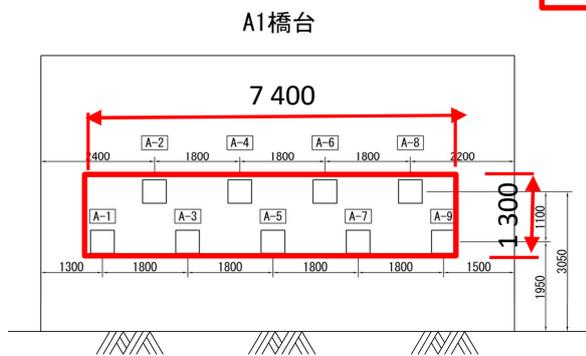
開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲



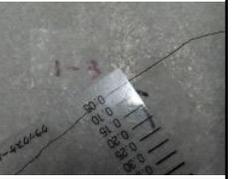
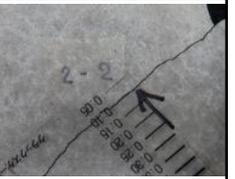
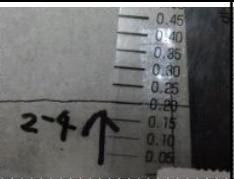
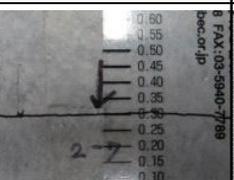
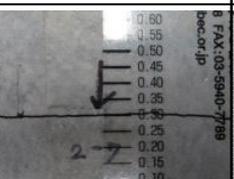
撮影面積(7.4×1.3+2.5×1.1=12.37m²)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 12.37\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

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

※色識別性能

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

配置はP1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所

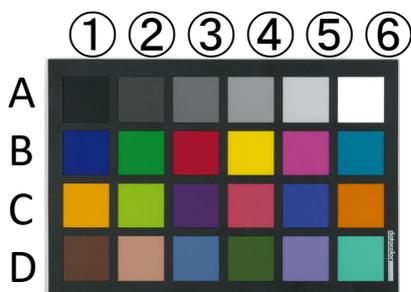


写真-8



写真-9 □:K1



写真-10 □:K2

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

※撮影速度

撮影面積:12.37m²、撮影時間:A1(58秒)、P1(37秒)=1分35秒=95秒(95sec)

撮影速度=12.37/95=0.130m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:Insta360 ONE X4(Insta360製)

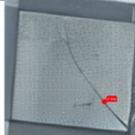
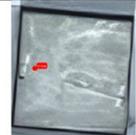
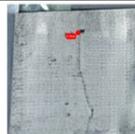
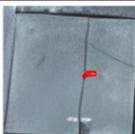
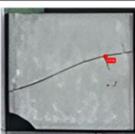
■被写体距離:0.3m ■照度:6.15~61.8 kLux ■風速:0.0~3.2 m/s

■気温:12.5 °C

■焦点距離:7.2mm(35mm換算) ■シャッター速度:オート,1/8000~1/30秒

■絞り:F2.0 ■ISO値:オート,100~3200

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:5760×2880(5.7k)

チャート番号	A-10	A-7	A-9
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.12	0.12	0.11
チャート番号	A-2	A-3	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.18	0.15	0.22
チャート番号	A-11	A-14	A-6
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.27	0.19	0.24
チャート番号	A-4	A-15	A-13
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.30	0.25	0.36
チャート番号	A-1	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.12	0.96	0.97

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.07mm
0.1mm	0.09mm
0.2mm	0.05mm
0.3mm	0.05mm
1.0mm	0.08mm

※色識別性能

■カメラ名称: Insta360 ONE X4 (Insta360製)

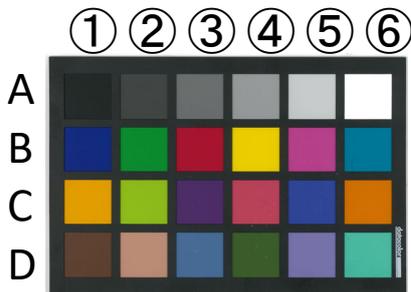
■被写体距離: 1m ■照度: 9.66~10.6 kLux ■風速: 0.0~2.2 m/s

■気温: 12.5 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: F2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

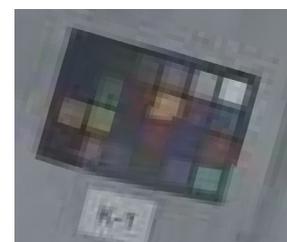
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880 (5.7k)



立会者撮影



K1: 開発者撮影画



K1: オルソ画像

K1: 計測比較

K1: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	27	41	31	43	36
A-2	80	34	80	38	78	45
A-3	122	54	118	59	116	63
A-4	161	79	157	83	154	92
A-5	202	119	198	119	195	131
A-6	249	166	242	167	238	177
B-1	25	28	55	29	135	73
B-2	57	46	146	78	64	51
B-3	186	84	26	13	51	34
B-4	245	137	205	120	0	35
B-5	192	81	75	38	145	66
B-6	0	23	127	78	159	87
C-1	238	118	158	74	25	35
C-2	157	84	188	111	54	49
C-3	83	31	58	32	106	51
C-4	195	91	79	25	95	55
C-5	58	29	88	39	159	81
C-6	222	111	118	43	32	41
D-1	112	41	76	35	60	39
D-2	197	102	145	83	125	87
D-3	87	52	120	60	155	80
D-4	82	39	106	45	60	43
D-5	126	62	125	66	174	98
D-6	98	71	187	120	166	114

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	50	41	57	43	67
A-2	80	57	80	65	78	67
A-3	122	72	118	75	116	76
A-4	161	106	157	103	154	110
A-5	202	131	198	135	195	138
A-6	249	162	242	172	238	174
B-1	25	53	55	59	135	71
B-2	57	78	146	88	64	87
B-3	186	75	26	62	51	69
B-4	245	152	205	134	0	112
B-5	192	86	75	72	145	86
B-6	0	68	127	82	159	95
C-1	238	103	158	99	25	90
C-2	157	106	188	109	54	88
C-3	83	68	58	67	106	73
C-4	195	94	79	73	95	82
C-5	58	68	88	73	159	95
C-6	222	99	118	79	32	81
D-1	112	66	76	61	60	65
D-2	197	105	145	95	125	103
D-3	87	82	120	82	155	96
D-4	82	71	106	76	60	80
D-5	126	84	125	86	174	107
D-6	98	92	187	116	166	116

※色識別性能

■カメラ名称: Insta360 ONE X4 (Insta360製)

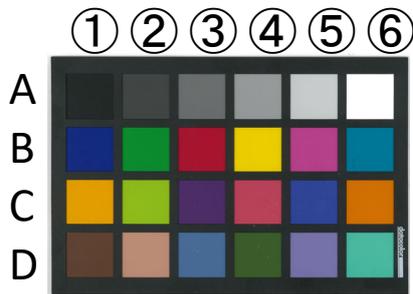
■被写体距離: 2m ■照度: 10.7~53.4 kLux ■風速: 0.0~6.7 m/s

■気温: 12.5 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: F2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880 (5.7k)



立会者撮影



K2: 開発者撮影画



K2: オルソ画像

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	14	41	19	43	22
A-2	80	28	80	33	78	34
A-3	122	51	118	58	116	60
A-4	161	85	157	89	154	92
A-5	202	123	198	126	195	133
A-6	249	156	242	158	238	170
B-1	25	16	55	23	135	59
B-2	57	37	146	65	64	45
B-3	186	72	26	12	51	32
B-4	245	127	205	124	0	37
B-5	192	82	75	40	145	76
B-6	0	32	127	81	159	100
C-1	238	111	158	73	25	33
C-2	157	86	188	109	54	54
C-3	83	25	58	29	106	45
C-4	195	89	79	29	95	49
C-5	58	30	88	42	159	93
C-6	222	129	118	55	32	48
D-1	112	36	76	32	60	30
D-2	197	94	145	80	125	81
D-3	87	46	120	55	155	69
D-4	82	38	106	45	60	46
D-5	126	65	125	73	174	100
D-6	98	81	187	130	166	129

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	0	41	0	43	24
A-2	80	0	80	10	78	26
A-3	122	33	118	37	116	61
A-4	161	61	157	74	154	83
A-5	202	92	198	93	195	111
A-6	249	122	242	133	238	145
B-1	25	4	55	0	135	50
B-2	57	25	146	50	64	43
B-3	186	36	26	2	51	30
B-4	245	111	205	85	0	60
B-5	192	52	75	29	145	73
B-6	0	4	127	65	159	75
C-1	238	74	158	59	25	67
C-2	157	75	188	88	54	60
C-3	83	3	58	2	106	37
C-4	195	52	79	0	95	34
C-5	58	8	88	20	159	68
C-6	222	72	118	36	32	48
D-1	112	6	76	4	60	28
D-2	197	67	145	58	125	77
D-3	87	28	120	42	155	68
D-4	82	3	106	31	60	37
D-5	126	46	125	46	174	86
D-6	98	60	187	101	166	101

技術番号 BR010044

X4

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

試験日 令和6年 12月 6日 天候 晴れ 気温 12.5 °C 風速 1.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

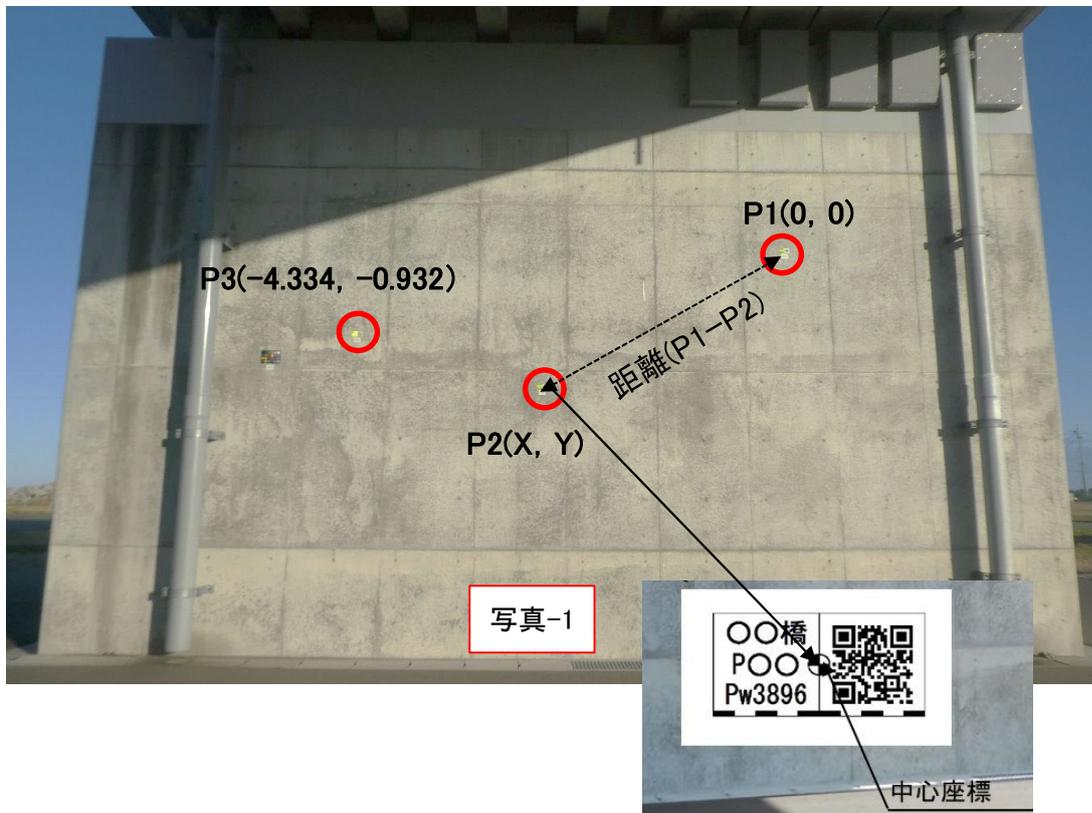
カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

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



- ① 機器の搬入(Insta360 X4、伸縮ポール)(写真-2)
- ② 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2

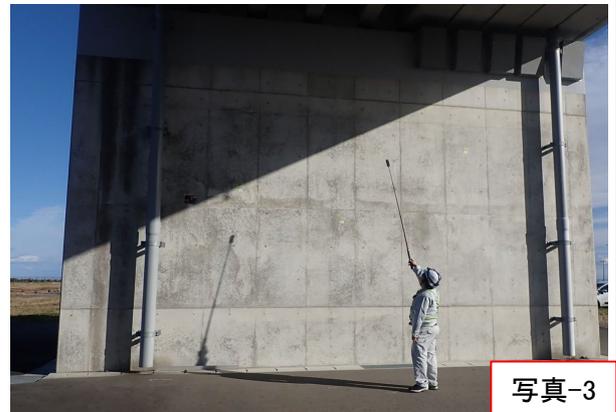


写真-3

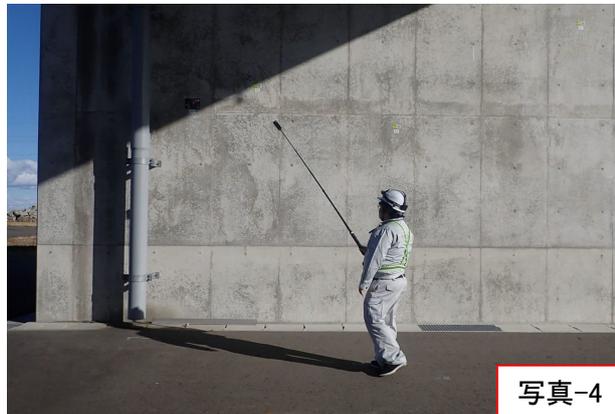


写真-4

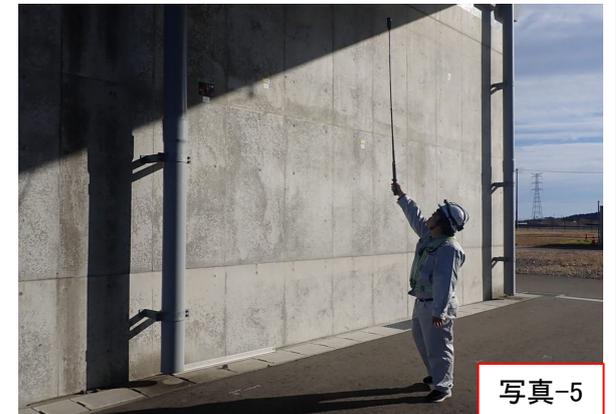
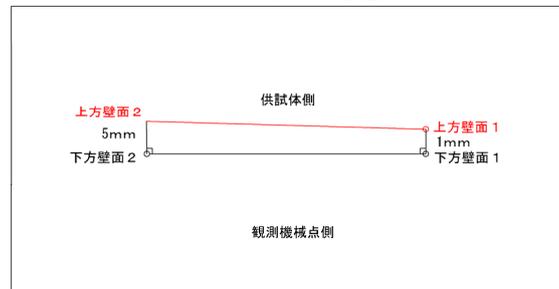


写真-5

※長さ計測精度/位置精度

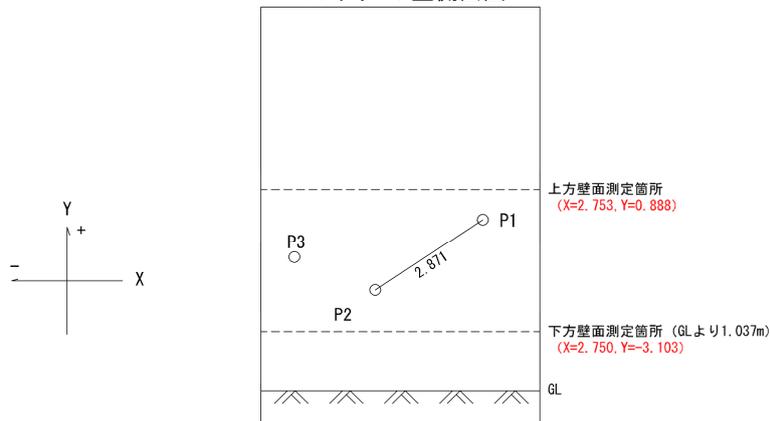
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※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	-2.467	-1.468	0.004
P3	-4.334	-0.932	0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Insta360 ONE X4 (Insta360製)

■被写体距離: 2m ■照度: 10.7~53.4 kLux ■風速: 0.0~6.7 m/s

■気温: 12.5 °C

■焦点距離: 7.2mm (35mm換算) ■シャッター速度: オート, 1/8000~1/30秒

■絞り: F2.0 ■ISO値: オート, 100~3200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 5760×2880 (5.7k)



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	-2.467	-2.425	-0.042	-1.468	-1.269	-0.199	2.871	2.737	95.3%
P3	-4.334	-4.334	/	-0.932	-0.932	/	/	/	/

技術番号 BR010044

X3

技術名 360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ) 開発者名 一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所

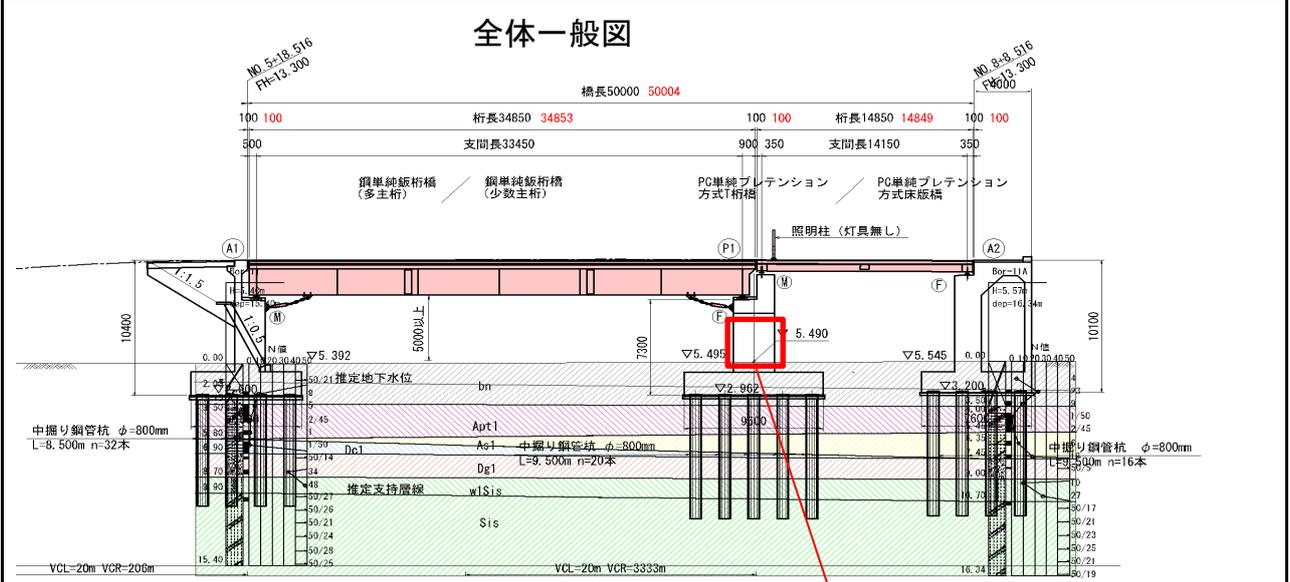
試験日 令和6年 12月 6日 天候 晴れ 気温 12.5 °C 風速 1.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

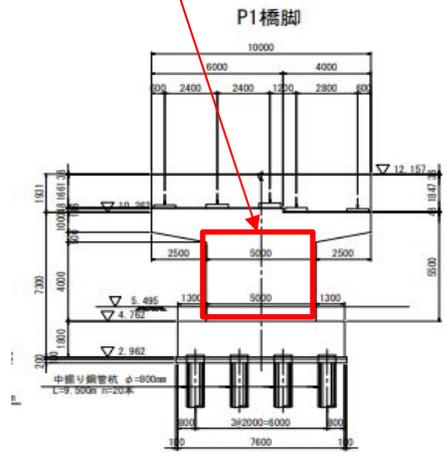
対象構造物の概要



対象:P1橋脚 張出式橋脚



写真-1 全体写真



計測対象部材:P1橋脚柱部(起点側)(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(Insta360 X4、伸縮ポール)(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ図等を作成する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2

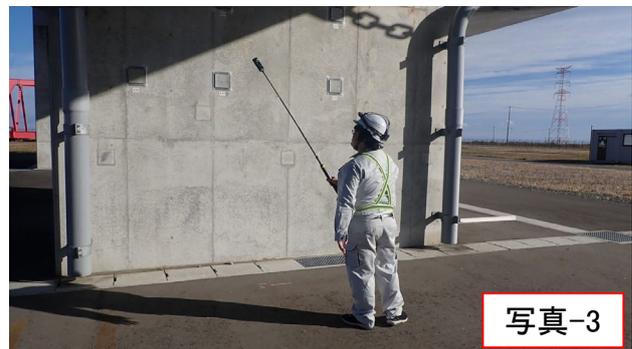


写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称:Insta360 ONE X4(Insta360製)

■被写体距離:2m ■照度:6.85~59.4 kLux ■風速:0.0~2.3 m/s

■気温:12.5 °C

■焦点距離:7.2mm(35mm換算) ■シャッター速度:オート,1/8000~1/30秒

■絞り:F2.0 ■ISO値:オート,100~3200

■フォーカス:オートフォーカス ■画像Pixel数:5760×2880(5.7k)

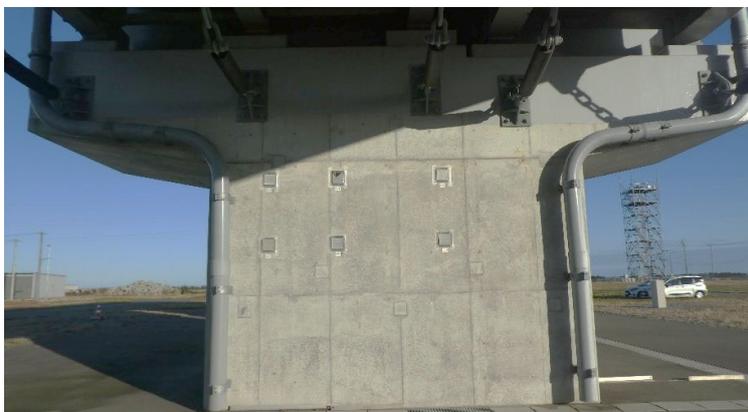
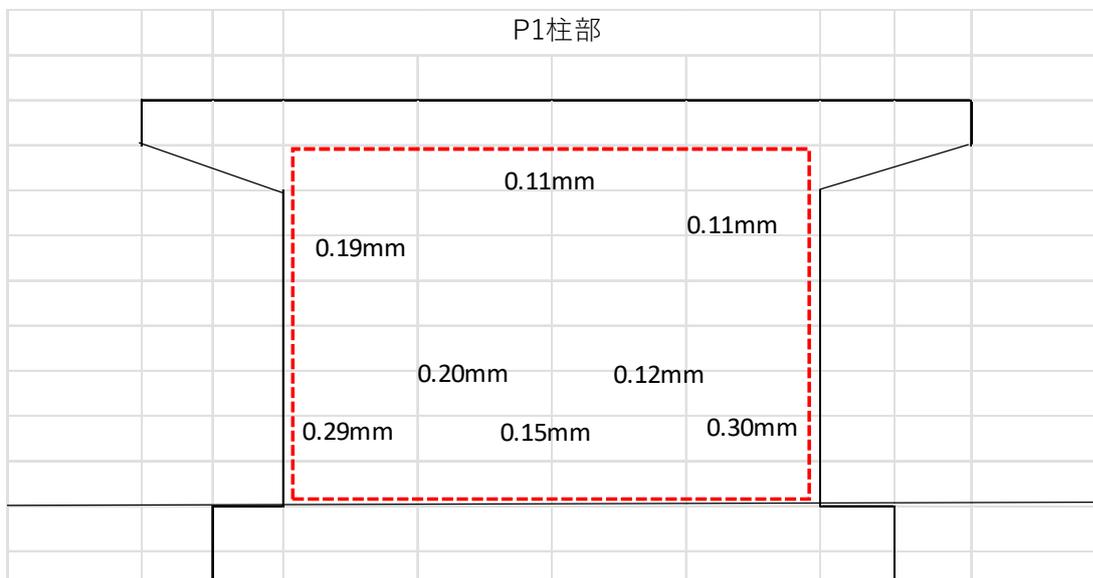
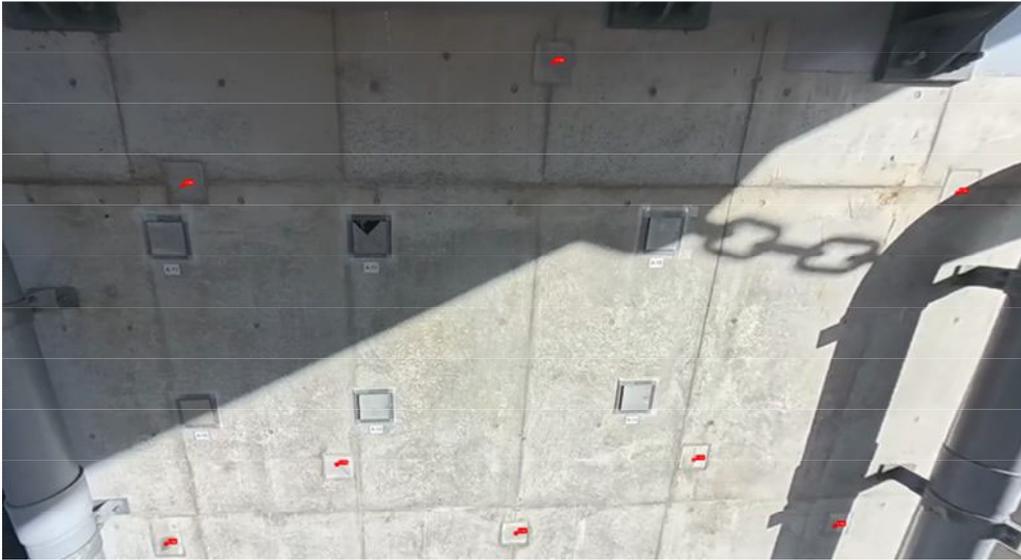


写真-6

※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))(写真-6)からひびわれを確認する。

※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ(8箇所)



技術番号 BR010046

技術名 桁端狭隘部の点検技術(NSRV工法)

開発者名 株式会社 ピーエス三菱

試験日 令和4年 3月 24日

天候 晴れ

気温 13.5 °C

風速 - m/s

試験場所 国総研 部材保管庫

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 進入可能性能

対象構造物の概要

・狭隘部を模擬した供試体にて、進入可能性能を確認した。(写真-1、2、3)

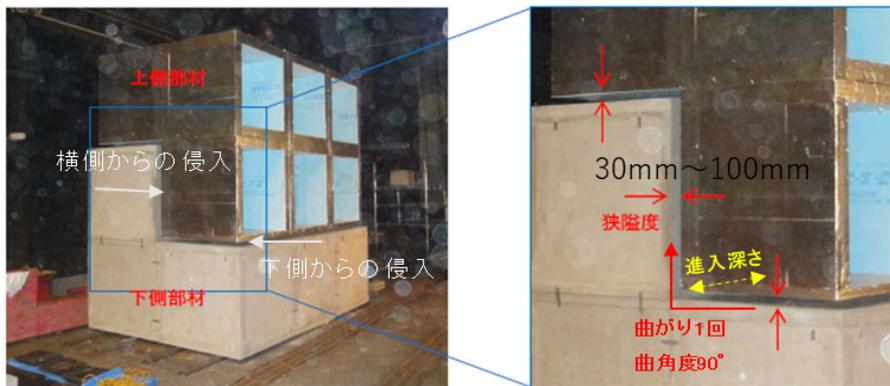


写真-1: 狭隘部分

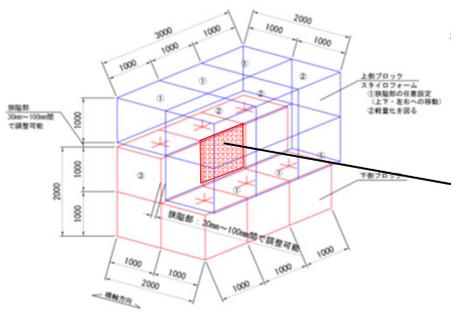


図-1: 供試体図面



写真-2: 実施箇所

試験方法(手順)	技術番号	BR010046
①	撮影機器(写真-3:ビデオスコープ、ビデオスコープガイド等)	
②	撮影機器の設置(写真-4,-5)	
③	狭隘部(横側から)への進入確認(写真-6,-7:狭隘度)	

開発者による計測機器の設置状況

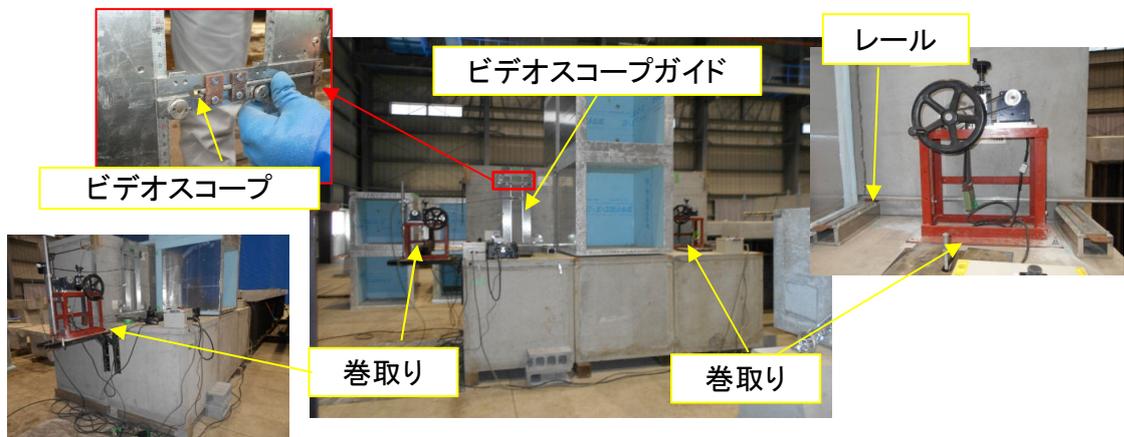


写真-3



写真-4



写真-5



写真-6



写真-7

※進入可能性能

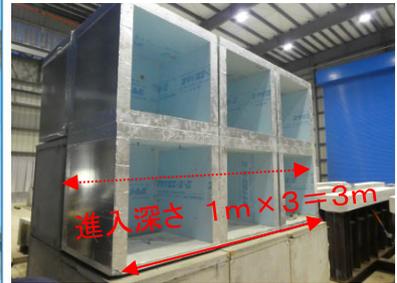
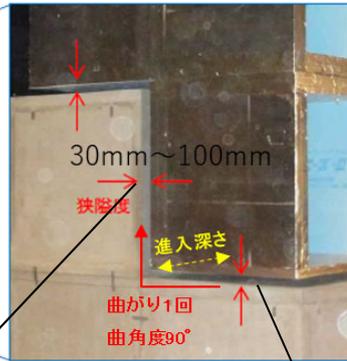
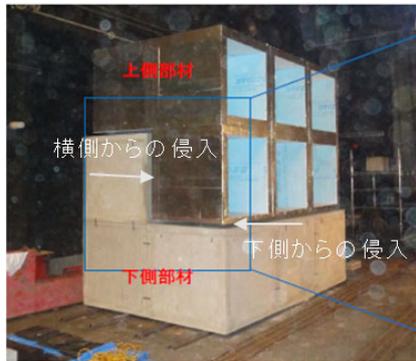


写真-8



写真-9

【下側からの進入】

狭隘度 30~100mm

進入深さ 1~3m

曲がり回数 0~1回

【横側からの進入】

狭隘度 30~100mm

※進入可能性能

【下側からの進入】

下側からの進入は不可能

【横側からの進入】

狭隘度 30mm

進入深さ 1m



写真-10: 狭隘度確認



写真-11: 進入深さ確認

技術番号 BR010046

技術名 桁端狭隙部の点検技術 (NSRV工法) 開発者名 株式会社 ピーエス三菱

試験日 令和4年 3月 23日 天候 くもり 気温 8 °C 風速 - m/s

試験場所 土木研究所構内 試験橋梁

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 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
計測精度
動作確認(精度以外)

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試験橋梁のパラペットに配置した。(写真-1、2、3)

1.土木研究所所管 試験橋梁の概要

- ・構造形式: 鋼単純鉄桁橋
- ・橋 長: 30.800m
- ・支 間: 30.000m
- ・有効幅員: 8.500m
- ・桁 高: 1.600m
- ・主桁間隔: 2.600m(4主桁)

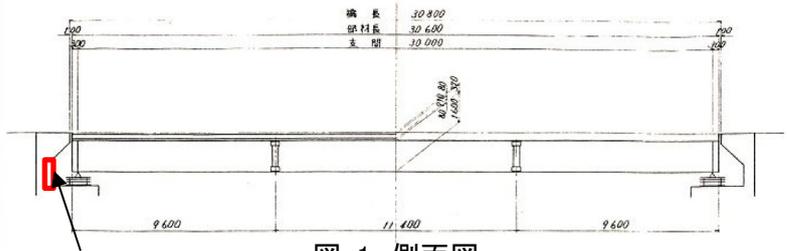


図-1 側面図

ひびわれパネル

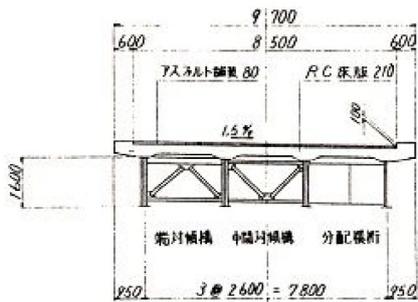


図-2 断面図



写真-1 パネル設置箇所

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

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

試験方法(手順)	技術番号	BR010046
①	撮影機器(写真-2:ビデオスコープ、ビデオスコープガイド等)	
②	撮影機器の設置(写真-3,-4)	
③	撮影状況(写真-5:ひびわれモルタルを撮影) ビデオスコープを高さ2cmごとに設置し直し、撮影する。	
④	撮影状況(写真-6:ひびわれモルタル・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



ビデオスコープ



レール用架

巻き取り機



レール

ビデオスコープガイド

写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

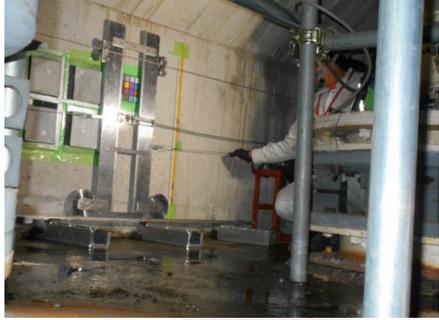


写真-6

※撮影速度



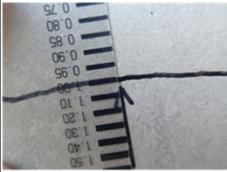
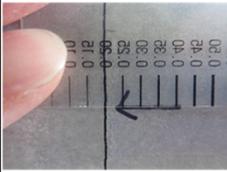
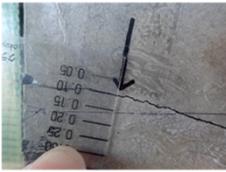
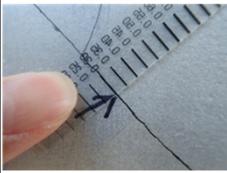
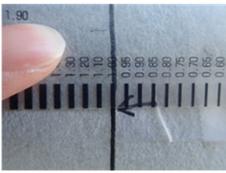
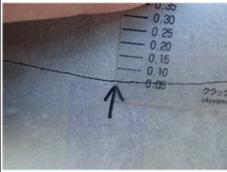
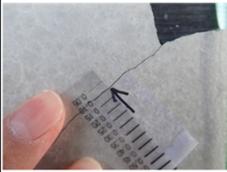
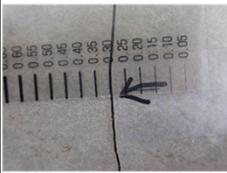
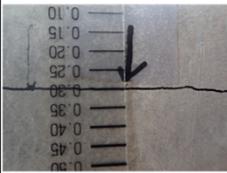
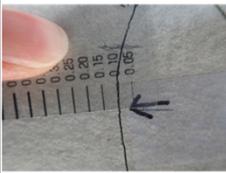
撮影範囲(縦0.42m、横2.5m)を移動しながら撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 1.05\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒=SEC)}$$

※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	1-1	1-2	1-3	1-4
方向	斜	縦	斜	横
写真				
真値	1.0	0.2	0.05	0.1
チャート番号	1-5	1-7	1-8	1-9
方向	斜	縦	斜	縦
写真				
真値	0.3	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				
真値	0.05	0.1	1	0.2
チャート番号	2-6	2-7	2-8	
方向	縦	横	縦	
写真				
真値	0.3	0.3	0.1	

※色識別性能

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

配置は供試体右側に1箇所設置

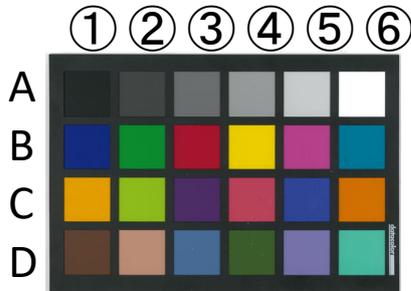


写真-7



写真-8 □:カラーチャート

	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:1.05m²、撮影時間:118分(7080秒)

撮影速度=1.05/118=0.0089m²/min

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: OLYMPUS 工業用ビデオスコープ IPLEX FX

■被写体距離: 30mm ■照度: 0kLux ■風速: 0 m/s

■気温: 8 °C

■焦点距離: 5~∞mm ■シャッター速度: NTSC: 0.5 秒~ 1/30000 秒(オート)

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: H640×V480

最小ひびわれ幅・計測精度

計測値

チャート番号	1-7	2-1	1-3
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.15	0.5	0.30

チャート番号	2-8	1-4	2-2
方向	縦	横	斜
真値	0.10	0.10	0.10
撮影画像			
計測値	0.50	0.50	0.2

チャート番号	1-2	2-4	1-8
方向	縦	横	斜
真値	0.20	0.20	0.20
撮影画像			
計測値	0.4	0.30	0.4

チャート番号	2-6	2-7	1-5
方向	縦	横	斜
真値	0.30	0.30	0.30
撮影画像			
計測値	0.5	0.4	0.50

チャート番号	1-9	2-3	1-1
方向	縦	横	斜
真値	1.00	1.00	1.00
撮影画像			
計測値	1.2	1.2	1.30

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.302765035
0.1mm	0.331662479
0.2mm	0.173205081
0.3mm	0.173205081
1.0mm	0.238047614

※色識別性能

■カメラ名称: OLYMPUS 工業用ビデオスコープ IPLEX FX

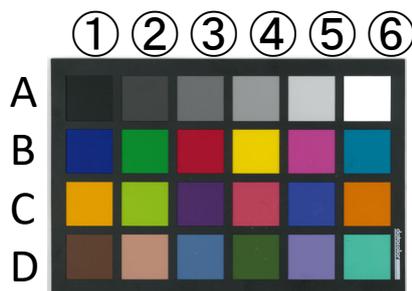
■被写体距離: 30mm ■照度: 0kLux ■風速: 0 m/s

■気温: 8 °C

■焦点距離: 5~∞mm ■シャッター速度: NTSC: 0.5 秒 ~ 1/30000 秒(オート)

■絞り: - ■ISO値: -

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: H640 × V480



立会者撮影



開発者撮影

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	33	41	34	43	33
A-2	80	66	80	70	78	71
A-3	122	103	118	108	116	108
A-4	161	110	157	114	154	115
A-5	202	115	198	119	195	119
A-6	249	150	242	154	238	152
B-1	25	67	55	93	135	195
B-2	57	82	146	149	64	76
B-3	186	202	26	72	51	59
B-4	245	167	205	153	0	31
B-5	192	198	75	114	145	155
B-6	0	60	127	131	159	164
C-1	238	176	158	136	25	37
C-2	157	146	188	167	54	64
C-3	83	112	58	63	106	101
C-4	195	180	79	90	95	89
C-5	58	71	88	100	159	173
C-6	222	173	118	106	32	33
D-1	112	109	76	76	60	56
D-2	197	162	145	134	125	121
D-3	87	109	120	135	155	160
D-4	82	87	106	101	60	60
D-5	126	124	125	128	174	157
D-6	98	101	187	153	166	143

※動作確認

■カメラ名称:

■被写体距離: m ■照度:0kLux ■風速:0 m/s

■気温: 8 °C

■焦点距離: mm ■シャッター速度: 秒

■絞り: ■ISO値:

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数:

パラペット 側面一部

【折断面展開画像(全体)】



技術番号 BR010047

三脚

技術名 損傷自動検出技術C2finder(ひびわれ・遊離石灰)

開発者名 テクノハイウェイ株式会社

試験日 令和4年 3月 10日

天候 晴れ

気温 11.9 °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

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

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

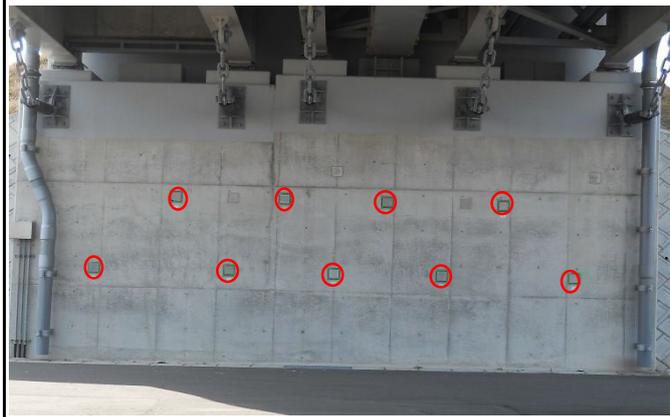


写真-1: A1橋台 (9パネル)

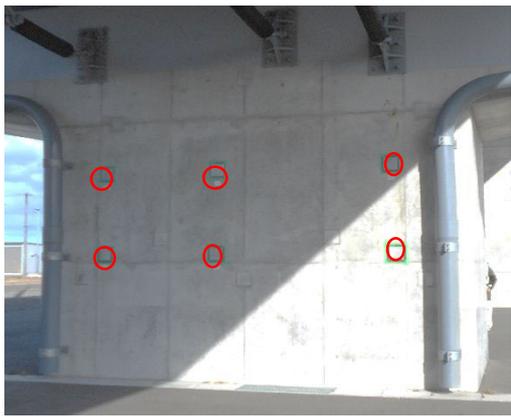
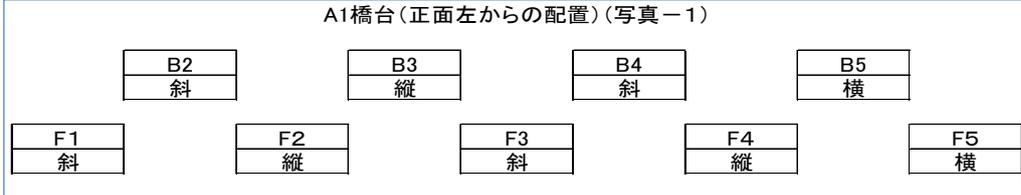


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置)(写真-1)



P1橋脚(起点側)(正面左からの配置)(写真-2)

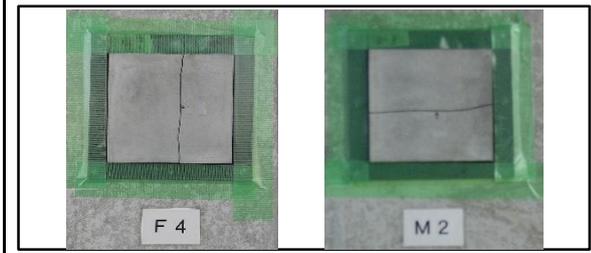
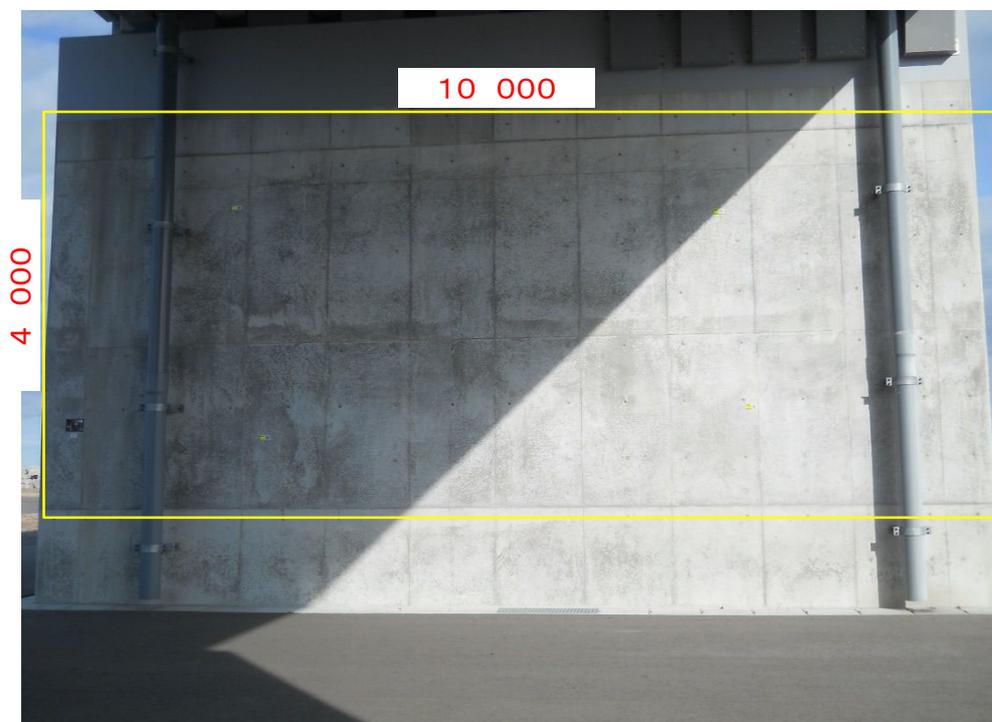


写真-3: パネル(抜粋 F4、M2)

試験方法(手順)	技術番号	BR010047
① 計測機器の搬入(写真-5:三脚、カメラ、モニター)		
② 計測機器の搬入(写真-6:カメラ)		
③ 計測機器の搬入(写真-7:モニター)		
④ 撮影状況(写真-8:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影)		
⑤ 撮影状況(写真-9、-10:カラーチャートK1、K2を撮影)		

開発者による計測機器の設置状況
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p>写真-5</p> </div> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p>写真-6</p> </div> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p>写真-7</p> </div> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p>写真-8</p> </div> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p>写真-9</p> </div> <div style="text-align: center; width: 45%;">  <p>写真-10</p> </div> </div>

※撮影速度



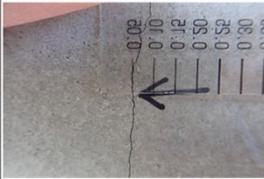
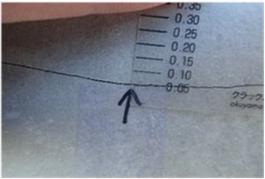
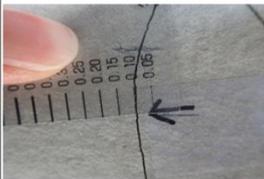
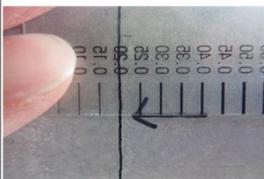
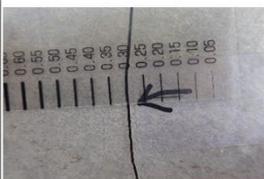
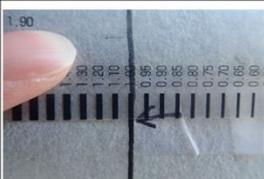
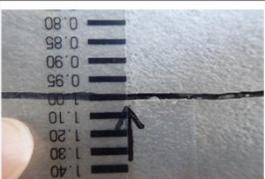
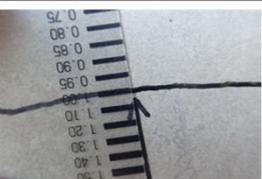
撮影範囲(縦4m、横10m)を移動しながら撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 40\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※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	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	F4	M2	B2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

※色識別性能

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

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

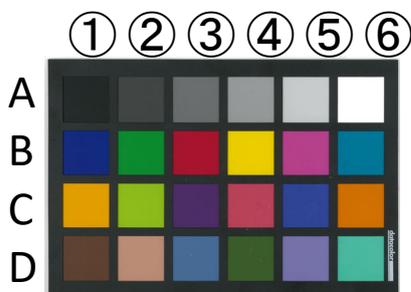


写真-11



写真-12 □:K1



写真-13 □:K2

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

※撮影速度

撮影面積: 40m²、撮影時間: 4分10秒(250秒)撮影速度 = 40 / 250 = 0.160m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: OM-D E-M10(Olympus製)

■被写体距離: 3.0 m ■照度: 15.0~59.9 kLux ■風速: 2.4 m/s ■気温: 11.9 °C

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4608 x 3456

■焦点距離	B2,B3,B4,B5 : 150 mm F1,F2,F3,F4,F5 : 125 mm M4M5M6 : 82 mm M1,M2,M3 : 60 mm	■シャッター速度	B2,B3,B4,B5 : 1/4000 秒 F1,F2,F3,F4,F5 : 1/4000 秒 M4M5M6 : 1/500 秒 M1,M2,M3 : 1/640 秒
■絞り	B2,B3,B4,B5 : f6.3 F1,F2,F3,F4,F5 : f5.6 M4M5M6 : f5.6 M1,M2,M3 : f5.6	■ISO値	B2,B3,B4,B5 : 5000 F1,F2,F3,F4,F5 : 5000 M4M5M6 : 400 M1,M2,M3 : 400

最小ひびわれ幅・計測精度

三脚

計測値

チャート番号	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.03	0.18	0.19

チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
真値	0.10	0.10	0.10
撮影画像			
計測値	0.40	0.12	0.26

チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
真値	0.20	0.20	0.20
撮影画像			
計測値	0.49	0.29	0.26

チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
真値	0.30	0.30	0.30
撮影画像			
計測値	0.50	0.52	0.09

チャート番号	F4	M2	B2
方向	縦	横	斜
真値	1.00	1.00	1.00
撮影画像			
計測値	2.07	1.44	1.58

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.110905365
0.1mm	0.196638416
0.2mm	0.178699002
0.3mm	0.210158670
1.0mm	0.749799973

※色識別性能

■ カメラ名称: OM-D E-M10(Olympus製)

■被写体距離: 3.0 m ■照度: 19.5~60.3 kLux ■風速: 0.1 m/s

■気温: 13.0 °C

■焦点距離: 150mm(35ミリ換算300 mm) ■シャッター速度: 1/400 秒

■絞り: f 5.6 ■ISO値: 400

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 4608 x 3456



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	36	41	37	43	42
A-2	80	76	80	76	78	84
A-3	122	136	118	139	116	146
A-4	161	188	157	189	154	194
A-5	202	216	198	217	195	222
A-6	249	234	242	234	238	236
B-1	25	9	55	74	135	194
B-2	57	60	146	176	64	65
B-3	186	232	26	20	51	60
B-4	245	240	205	220	0	9
B-5	192	226	75	82	145	180
B-6	0	0	127	171	159	214
C-1	238	244	158	184	25	12
C-2	157	190	188	213	54	47
C-3	83	98	58	57	106	136
C-4	195	237	79	77	95	115
C-5	58	48	88	114	159	210
C-6	222	242	118	126	32	5
D-1	112	139	76	73	60	61
D-2	197	224	145	171	125	155
D-3	87	89	120	150	155	197
D-4	82	77	106	108	60	49
D-5	126	145	125	153	174	215
D-6	98	116	187	217	166	211

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	43	41	43	43	51
A-2	80	78	80	78	78	86
A-3	122	127	118	130	116	139
A-4	161	173	157	178	154	184
A-5	202	207	198	212	195	218
A-6	249	232	242	233	238	235
B-1	25	26	55	73	135	189
B-2	57	55	146	166	64	64
B-3	186	222	26	23	51	56
B-4	245	249	205	210	0	11
B-5	192	221	75	82	145	181
B-6	0	0	127	157	159	199
C-1	238	240	158	171	25	15
C-2	157	174	188	201	54	46
C-3	83	93	58	57	106	131
C-4	195	231	79	71	95	107
C-5	58	45	88	100	159	201
C-6	222	236	118	117	32	15
D-1	112	120	76	65	60	60
D-2	197	216	145	155	125	150
D-3	87	75	120	135	155	185
D-4	82	72	106	100	60	52
D-5	126	138	125	146	174	209
D-6	98	97	187	208	166	201

技術番号 BR010047

三脚

技術名 損傷自動検出技術C2finder(ひびわれ・遊離石灰) 開発者名 テクノハイウェイ株式会社

試験日 令和4年 3 月 10 日 天候 晴れ 気温 11.9 °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 長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

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

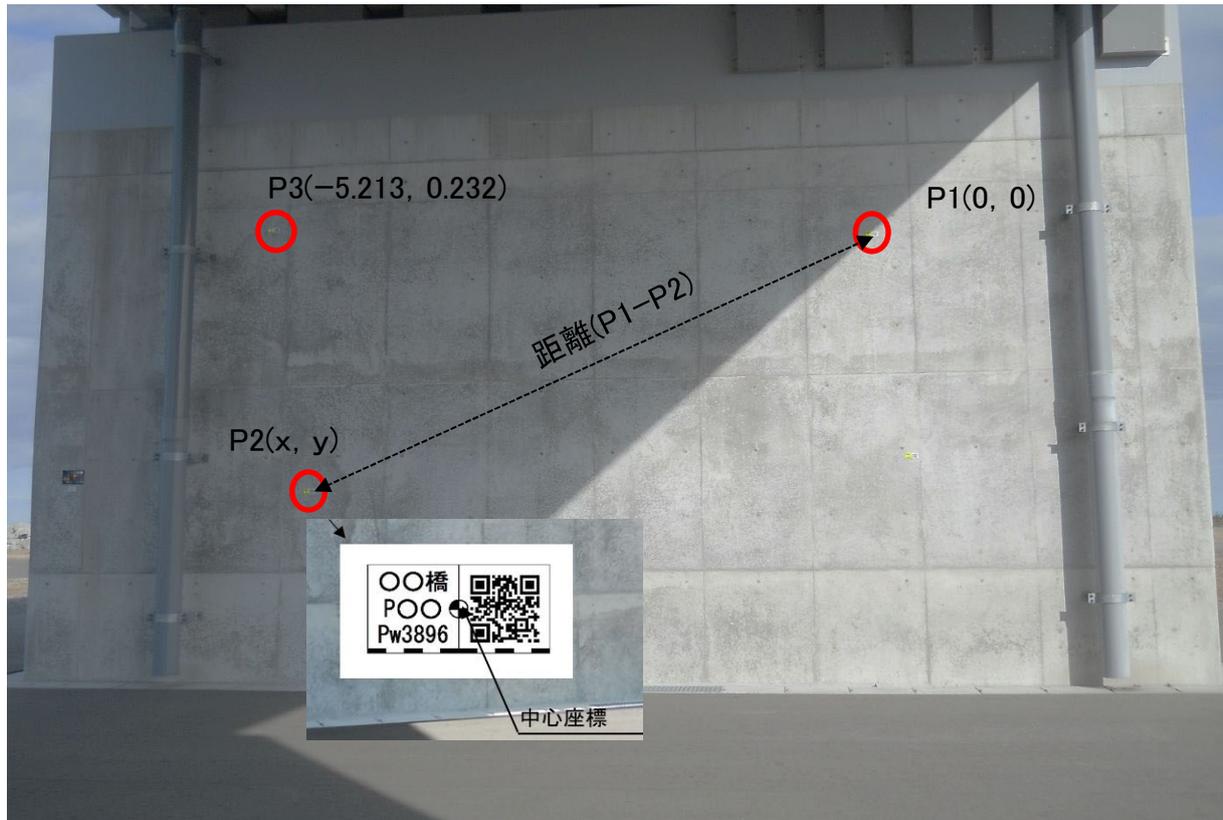


写真-1

- ① 計測機器の搬入(写真-5:三脚、カメラ、モニター)
- ② 計測機器の搬入(写真-6:カメラ)
- ③ 計測機器の搬入(写真-7:モニター)
- ④ 撮影状況(写真-8:A2橋台全体を撮影)
- ⑤ 後日、撮影画像からオルソ画像を作成し、P1座標値、P1-P2間距離を算出する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4

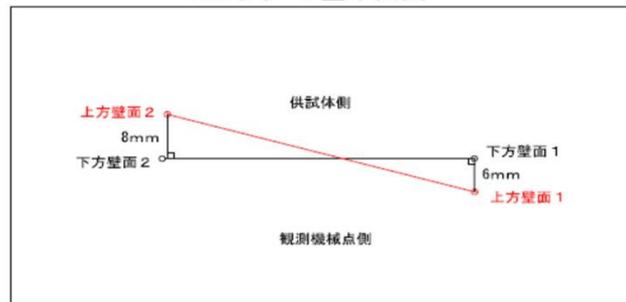


写真-5

※長さ計測精度/位置精度

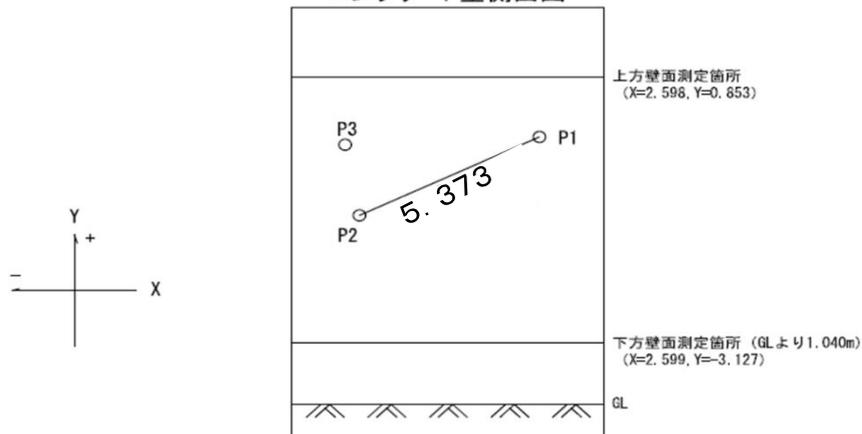
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-4.830	-2.353	0.001
P3	-5.213	0.232	-0.005

※長さ計測精度/位置精度

■ カメラ名称: OM-D E-M10(Olympus製)

■ 被写体距離: 12.0 m ■ 照度: 14.4~60.3 kLux ■ 風速: 2.5 m/s

■ 気温: 12.9 °C

■ 焦点距離: 40 mm(35ミリ換算80ミリ) ■ シャッター速度: 1/800 秒

■ 絞り: f 5.6 ■ ISO値: 400

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 4608 x 3456

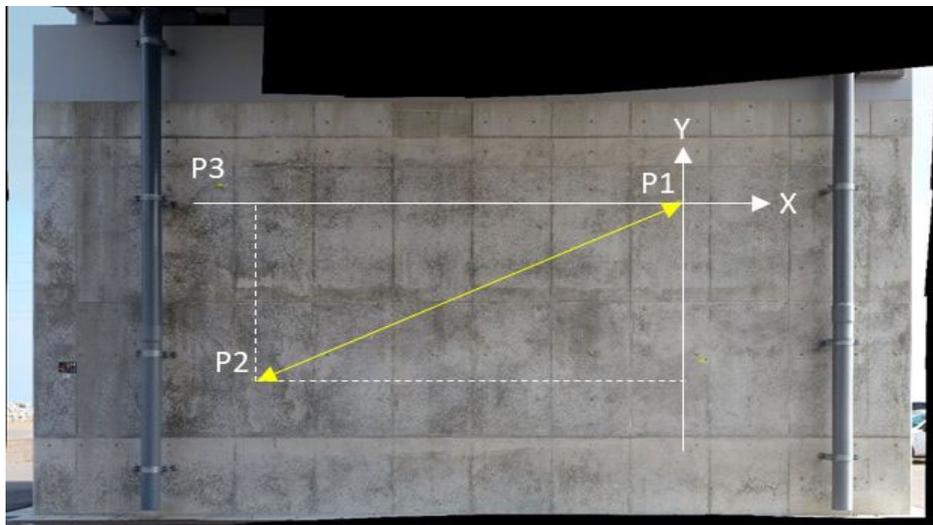


写真-6 オルソ画像

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	-4.830	-4.826	-0.004	-2.353	-2.406	0.053	0.001	5.373	5.393	100.37%
P3	-5.213	-5.213		0.232	0.232		-0.005			

技術番号 BR010047

三脚

技術名 損傷自動検出技術C2finder(ひびわれ・遊離石灰)

開発者名 テクノハイウェイ株式会社

試験日 令和4年 3月10日

天候 晴れ

気温 11.9 °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

検出項目 ひびわれ

試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

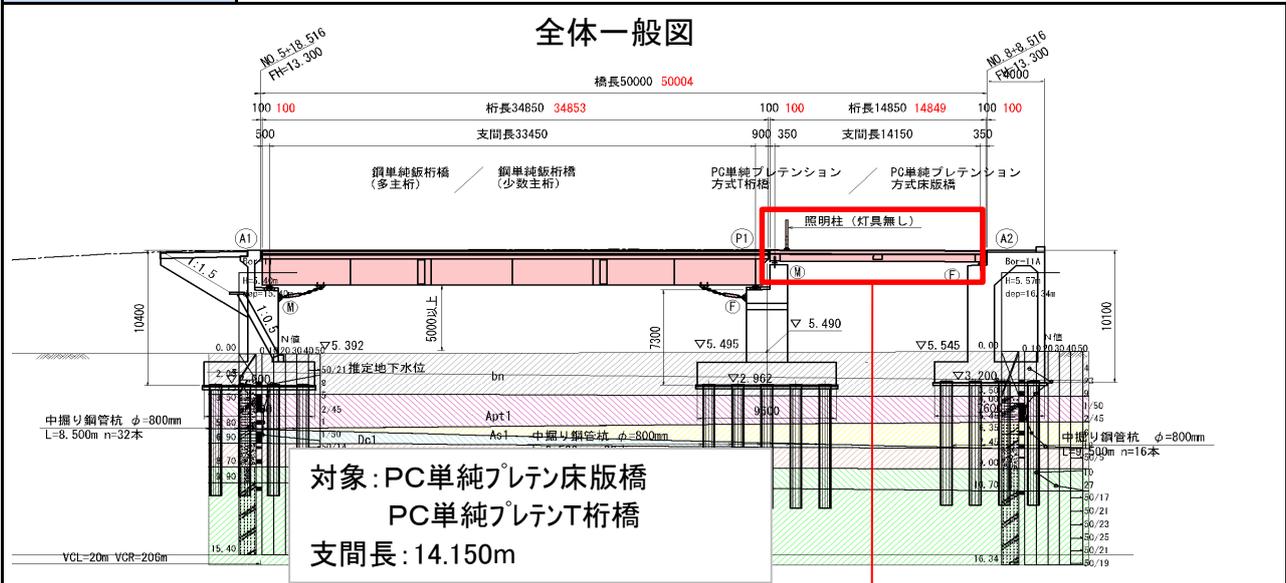
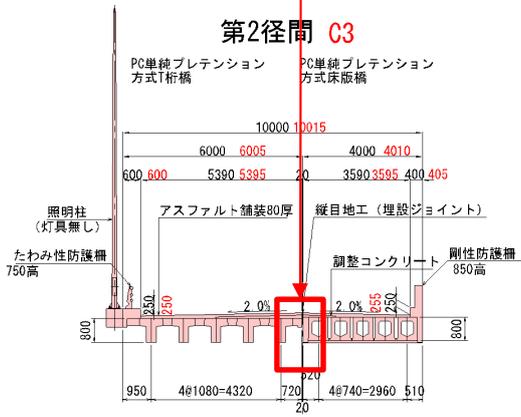


写真-1 全体写真



- ① 撮影機器の構成:三脚(写真-2)
- ② 撮影機器の構成:カメラ(写真-2)
- ③ 撮影機器の構成:モニター(写真-2)
- ④ 撮影状況(PC単純プレント桁橋とPC単純プレテン床版橋の縦目地部を撮影)(写真-3)
- ⑤ 後日、撮影した画像から剥離・鉄筋露出を確認する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3

■ カメラ名称: OM-D E-M10(Olympus製)

■ 被写体距離: 5.0 m ■ 照度: 14.4~60.3 kLux ■ 風速: 2.5 m/s

■ 気温: 12.9 °C

■ 焦点距離: 82 mm(35ミリ換算 164mm) ■ シャッター速度: 1/400 秒

■ 絞り: f 5.6 ■ ISO値: 400

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 4608 x 3456

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

※遠望目視で目地部の遊離石灰を確認する。(写真-6)

※計測結果

(1) 検出結果①

元画像



検出結果



※計測結果

(2) 検出結果②

元画像



検出結果



技術番号 BR010047

手持ち

技術名 損傷自動検出技術C2finder(ひびわれ・遊離石灰) 開発者名 テクノハイウェイ株式会社

試験日 令和4年 3月 10日 天候 晴れ 気温 11.9 °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 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)

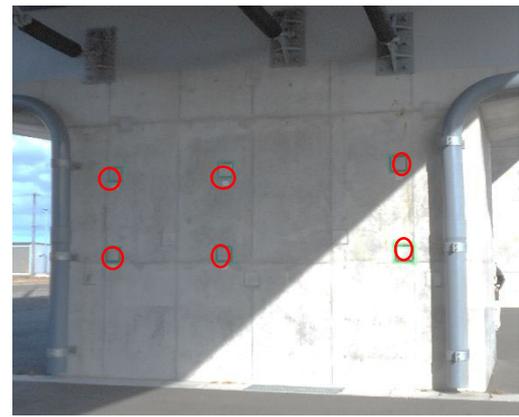
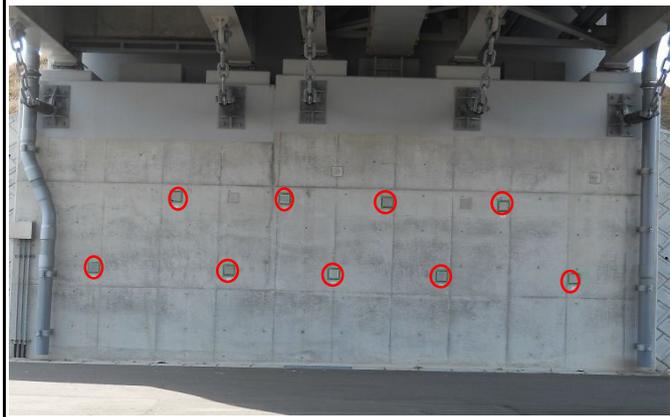


写真-1: A1橋台 (9パネル)

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)

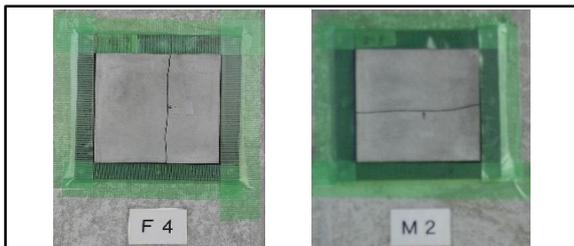
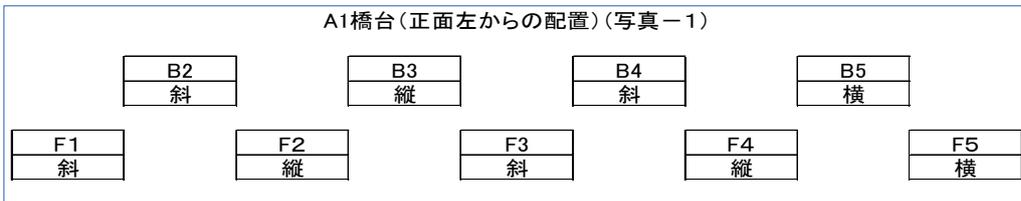


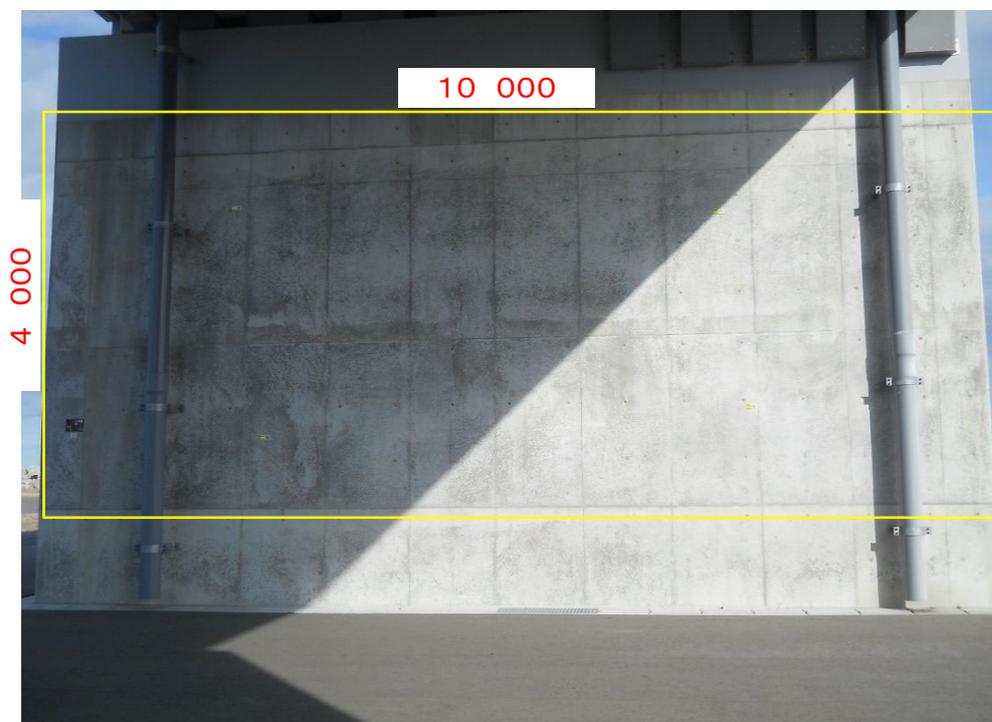
写真-3: パネル(抜粋 F4、M2)

- ① 撮影機器の構成:カメラ(写真-4)
- ② 撮影者の撮影体勢(写真-5)
- ③ 撮影状況(P1橋台に配置したモルタルを撮影)(写真-6)
- ④ 撮影状況(P1橋台に配置したカラーチャートK1を撮影)(写真-7)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ幅、カラーチャートのRGB値を検出する。

開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



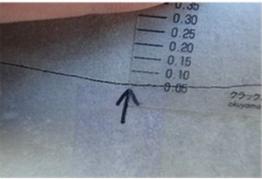
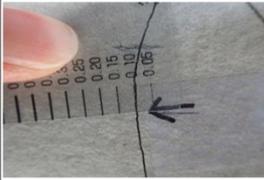
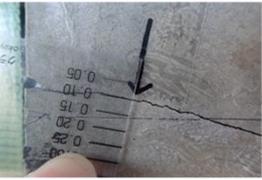
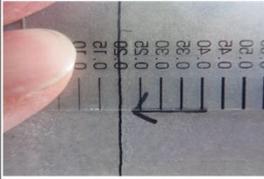
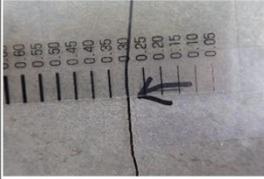
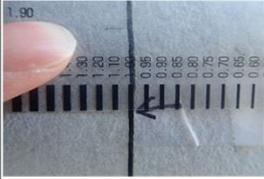
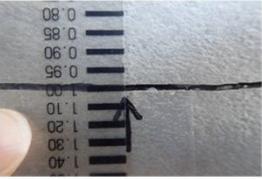
撮影範囲(縦4m、横10m)を移動しながら撮影に要した時間(秒)を計測する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 40\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※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	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	F4	M2	B2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

※色識別性能

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

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



写真-11



写真-12 □:K1



写真-13 □:K2

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

※撮影速度

撮影面積: 40m²、撮影時間: 1分40秒(100秒)撮影速度 = 40 / 100 = 0.400m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■ カメラ名称: EOS R5(CANON製)

■ 被写体距離: 3.0 m ■ 照度: 15.0~59.9 kLux ■ 風速: 0~2.4 m/s

■ 気温: 11.9~12.5 °C

■ 焦点距離: 100 mm ■ シャッター速度: 1/2000 秒

■ 絞り: f 5.6 ■ ISO値: 400

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 8192x5464(テストピース範囲は約680x680)

最小ひびわれ幅・計測精度

手持ち

計測値			
チャート番号	F2	F5	B4
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.09	0.19	0.17
チャート番号	M6	B5	M1
方向	縦	横	斜
真値	0.10	0.10	0.10
撮影画像			
計測値	0.28	0.14	0.26
チャート番号	B3	M3	F3
方向	縦	横	斜
真値	0.20	0.20	0.20
撮影画像			
計測値	0.32	0.19	0.23
チャート番号	M4	M5	F1
方向	縦	横	斜
真値	0.30	0.30	0.30
撮影画像			
計測値	0.40	0.33	0.29
チャート番号	F4	M2	B2
方向	縦	横	斜
真値	1.00	1.00	1.00
撮影画像			
計測値	1.09	1.19	1.37

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.108934231
0.1mm	0.140949163
0.2mm	0.071647284
0.3mm	0.060553007
1.0mm	0.245696289

※色識別性能

■ カメラ名称: EOS R5(CANON製)

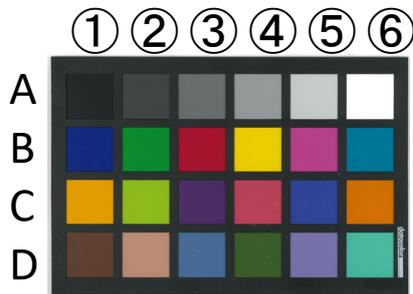
■ 被写体距離: 5.0 m ■ 照度: 19.5~60.3 kLux ■ 風速: 0.1 m/s

■ 気温: 13.0 °C

■ 焦点距離: 100 mm ■ シャッター速度: 1/2000 秒

■ 絞り: f 5.6 ■ ISO値: 400

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 8192x5464(カラーチャート部は約800x580)



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	12	41	12	43	14
A-2	80	31	80	32	78	36
A-3	122	69	118	69	116	77
A-4	161	119	157	122	154	129
A-5	202	159	198	163	195	172
A-6	249	200	242	203	238	210
B-1	25	19	55	27	135	103
B-2	57	33	146	101	64	40
B-3	186	125	26	11	51	21
B-4	245	191	205	164	0	23
B-5	192	130	75	34	145	98
B-6	0	15	127	100	159	139
C-1	238	182	158	116	25	20
C-2	157	121	188	148	54	41
C-3	83	36	58	20	106	59
C-4	195	141	79	34	95	50
C-5	58	36	88	50	159	123
C-6	222	158	118	61	32	10
D-1	112	56	76	28	60	24
D-2	197	144	145	101	125	94
D-3	87	51	120	78	155	121
D-4	82	32	106	47	60	24
D-5	126	89	125	92	174	147
D-6	98	78	187	163	166	156

K2:計測比較

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	11	41	11	43	13
A-2	80	34	80	33	78	38
A-3	122	71	118	71	116	79
A-4	161	120	157	123	154	128
A-5	202	165	198	168	195	175
A-6	249	204	242	207	238	212
B-1	25	19	55	27	135	108
B-2	57	33	146	103	64	40
B-3	186	134	26	10	51	20
B-4	245	193	205	167	0	22
B-5	192	141	75	41	145	103
B-6	0	14	127	102	159	140
C-1	238	188	158	120	25	19
C-2	157	123	188	153	54	41
C-3	83	39	58	20	106	65
C-4	195	148	79	37	95	53
C-5	58	37	88	53	159	130
C-6	222	158	118	61	32	6
D-1	112	61	76	30	60	27
D-2	197	151	145	107	125	98
D-3	87	53	120	81	155	121
D-4	82	35	106	51	60	25
D-5	126	90	125	91	174	145
D-6	98	80	187	167	166	158

技術番号 BR010047

手持ち

技術名 損傷自動検出技術C2finder(ひびわれ・遊離石灰) 開発者名 テクノハイウェイ株式会社

試験日 令和4年 3月 10日 天候 晴れ 気温 11.9 °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 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。

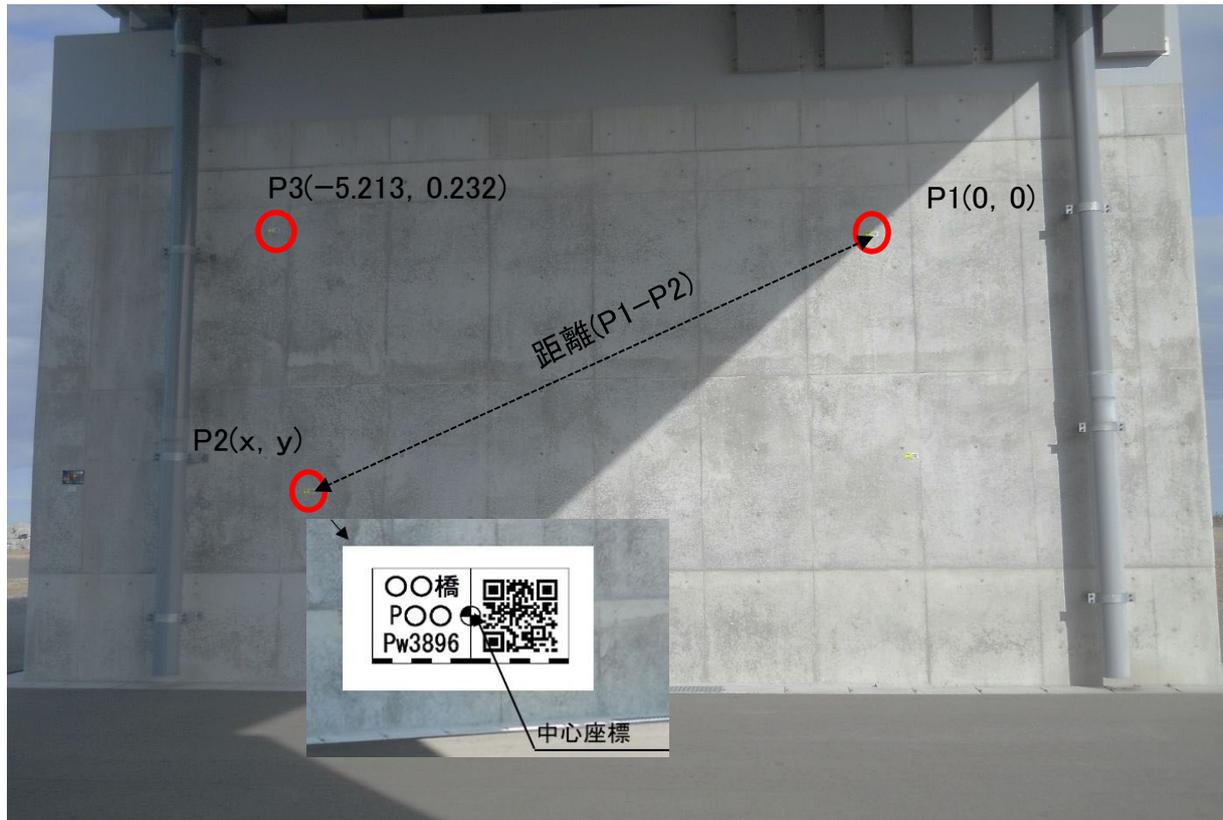


写真-1

試験方法(手順)	技術番号	BR010047
①	撮影機器の構成:カメラ(写真-2)	
②	撮影機器の構成:カメラ(拡大)(写真-3)	
③	撮影者の撮影体勢(写真-4)	
④	撮影状況(マーカ配置されたA2橋台を撮影)(写真-5)	
⑤	後日、撮影画像からオルソ画像を作成し、P1座標値、P1-P2間距離を算出する。	

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4

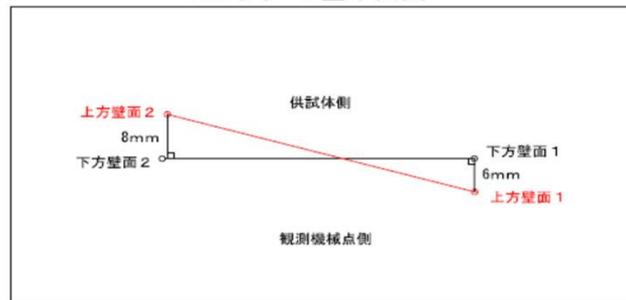


写真-5

※長さ計測精度/位置精度

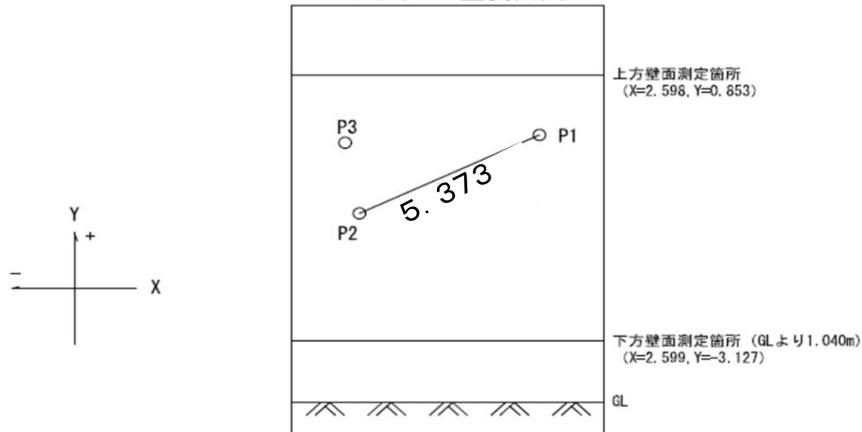
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-4.830	-2.353	0.001
P3	-5.213	0.232	-0.005

※長さ計測精度/位置精度

■ カメラ名称: EOS R5(CANON製)

■ 被写体距離: 12.0 m ■ 照度: 14.4~60.3 kLux ■ 風速: 2.5 m/s

■ 気温: 12.9 °C

■ 焦点距離: 135 mm ■ シャッター速度: 1/1600 秒

■ 絞り: f 5.6 ■ ISO値: 400

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 8192x5464

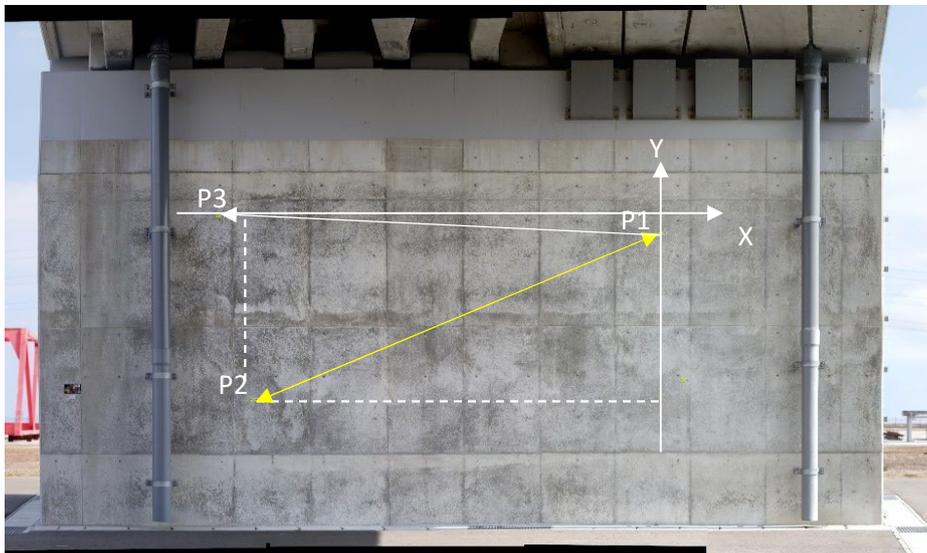


写真-6 オルソ画像

コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離(P1-P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P1	0.000			0.000			0.000			
P2	-4.830	-4.809	-0.021	-2.353	-2.339	-0.014	0.001	5.373	5.347	99.52%
P3	-5.213	-5.213		0.232	0.232		-0.005			

技術番号 BR010047

手持ち

技術名 損傷自動検出技術C2finder(ひびわれ・遊離石灰)

開発者名 テクノハイウェイ株式会社

試験日 令和4年 3月 10日 天候 晴れ 気温 11.9 °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 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

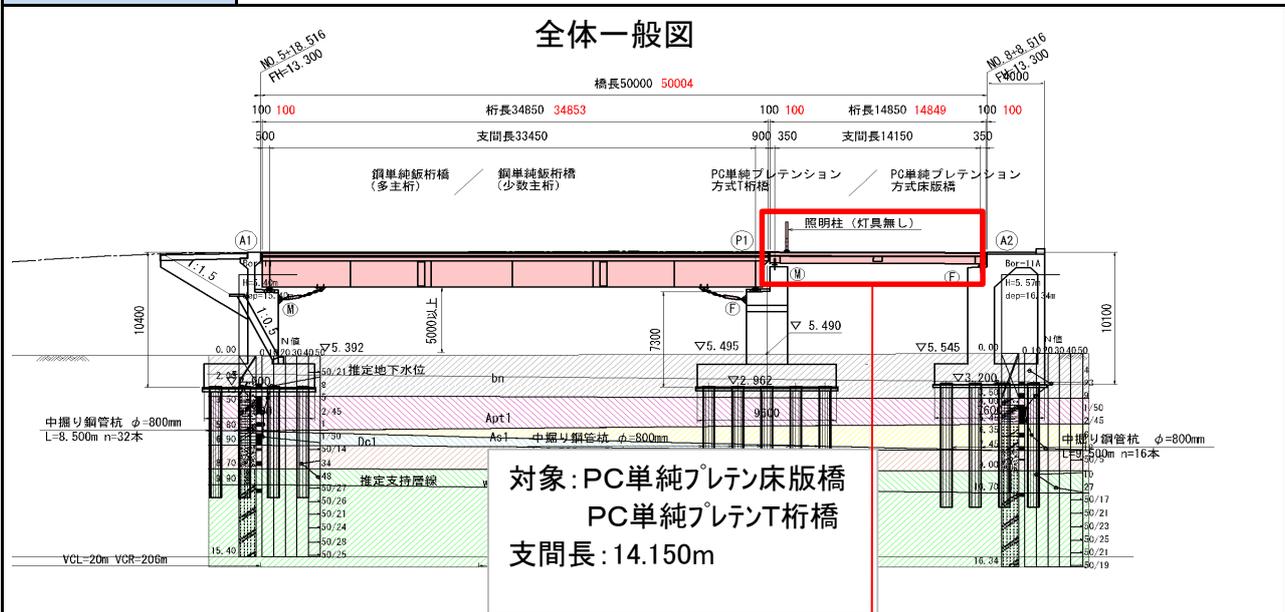
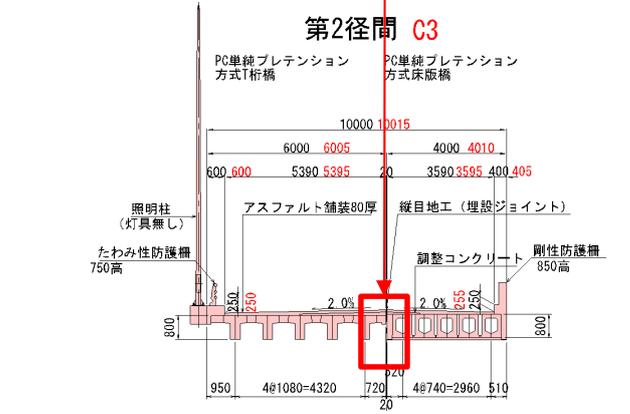


写真-1 全体写真



対象径間: 第2径間

計測対象部材: 主桁目地部(赤枠部)

- ① 撮影機器の構成:カメラ(写真-2)
- ② 撮影機器の構成:カメラ(拡大)(写真-2)
- ③ 撮影者の撮影体勢(写真-2、写真-3)
- ④ 撮影状況(PC単純プレント桁橋とPC単純プレテン床版橋の縦目地部を撮影)(写真-3)
- ⑤ 後日、撮影した画像から剥離・鉄筋露出を確認する。

開発者による計測機器の設置状況



■ カメラ名称: EOS R5(CANON製)

■ 被写体距離: 5.0 m ■ 照度: 14.4~60.3 kLux ■ 風速: 2.5 m/s

■ 気温: 12.9 °C

■ 焦点距離: 100 mm ■ シャッター速度: 1/320 秒

■ 絞り: f 5.6 ■ ISO値: 400

■ フォーカス: オートフォーカス ■ 画像Pixel数: 8192 x5464

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



目地部(中間部)(写真-6)

目地部(A2端部)(写真-7)

※遠望目視で目地部の遊離石灰を確認する。(写真-6、-7)

※計測結果

(1)検出結果(目地地(中間部))

元画像



検出結果



※計測結果

(2)検出結果(目地部(A2端部))

元画像



検出結果



技術番号 BR010048

技術名 全方位カメラを用いた点検支援技術 開発者名 首都高技術株式会社

試験日 令和4年 12 月 20 日 天候 晴れ 気温 5.4 °C 風速 1.9 m/s

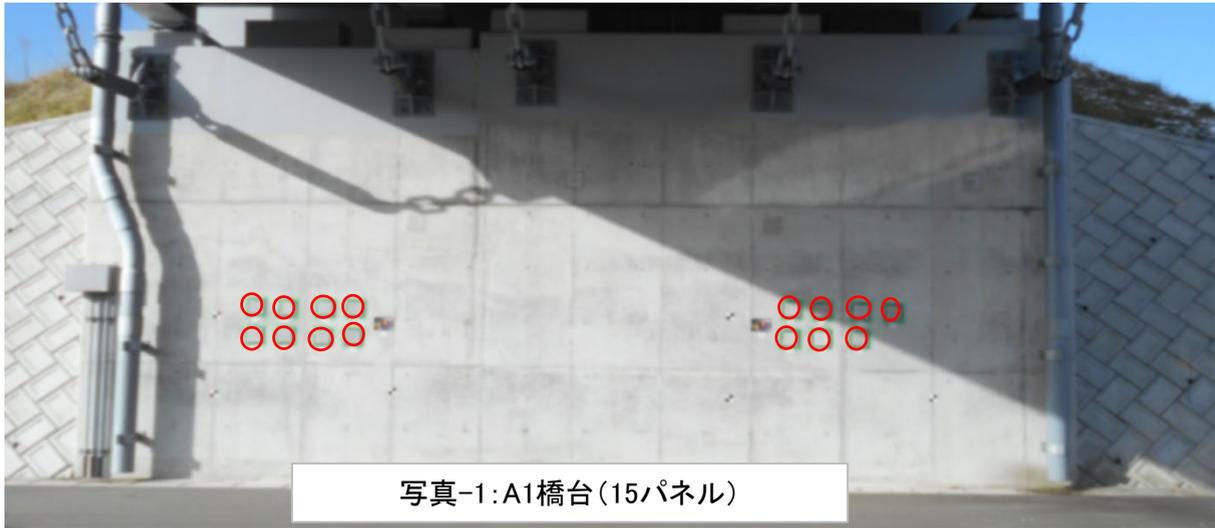
試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 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橋台に配置した。(写真-1 ○:パネル)



パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A-1 縦	A-2 斜	A-3 横	A-4 縦	A-9 横	A-10 縦	A-11 斜	A-12 斜
A-5 縦	A-6 横	A-7 縦	A-8 斜	A-13 横	A-14 横	A-15 斜	

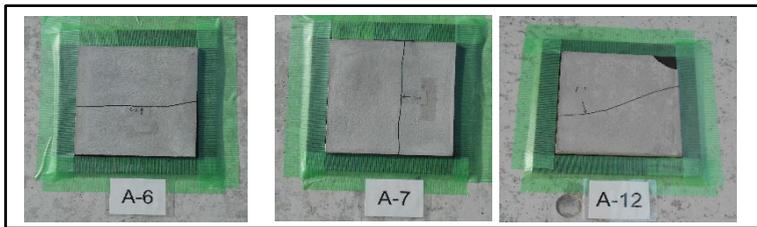


写真-2:パネル(抜粋 A-6、A-7、A-12)

- ① 計測機器の搬入(写真-3:ポール(L=1.5m)、カメラ、照明装置)
- ② 計測機器の組立(写真-4)
- ③ 撮影状況(写真-5, 6:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影)
- ④ 撮影状況(写真-7:カラーチャートK-1を撮影、写真-8:カラーチャートK-2を撮影)
- ⑤ 後日、撮影画像よりひびわれ幅、カラーチャートのRGBを求める。

開発者による計測機器の設置状況



写真-3



写真-4



写真-5



写真-6



写真-7

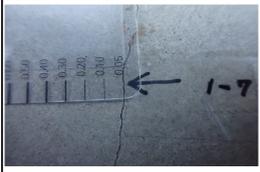
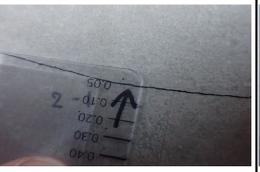
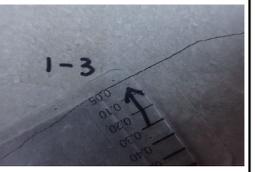


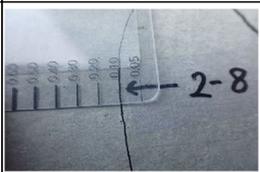
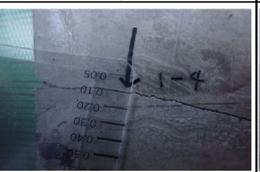
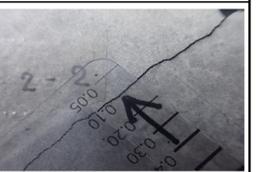
写真-8

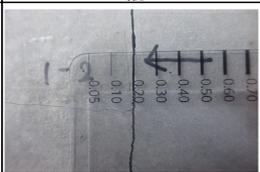
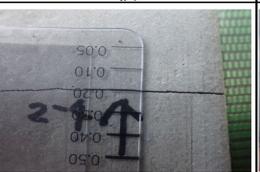
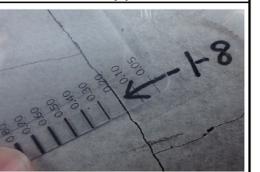
※最小ひびわれ幅・計測精度

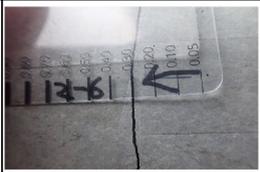
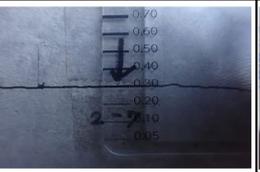
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

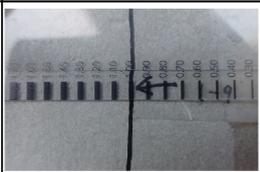
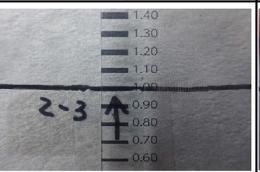
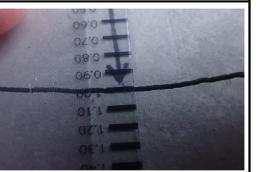
真値(ひびわれ幅)

チャート番号	A-10	A-9	A-15
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A-4	A-13	A-2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-5	A-3	A-11
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A-1	A-14	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-7	A-6	A-12
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-10)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-11)とA2橋台(K2)(写真-12)の2箇所

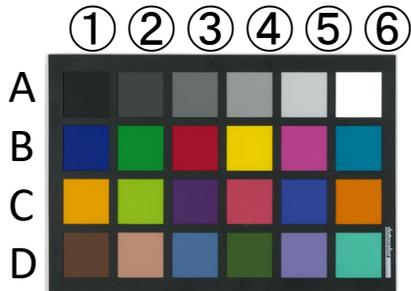


写真-10

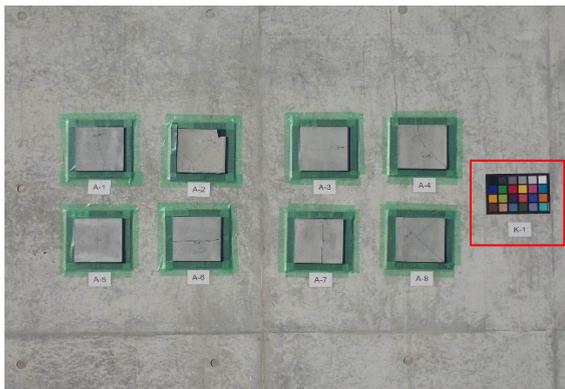


写真-11 □:K-1

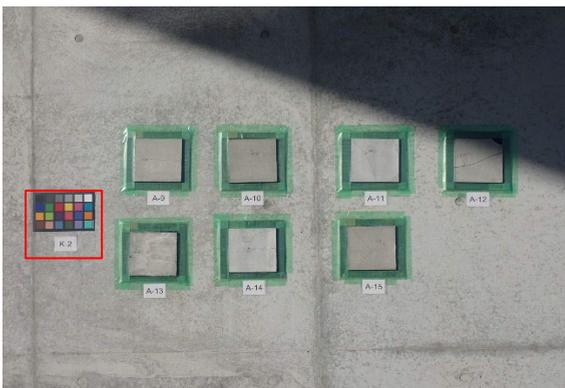


写真-12 □:K-2

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

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: 全方位カメラ 型番 insta360 ONE X2

■被写体距離: 0.25 m ■照度: 6.34~35.7 kLux ■風速: 0.0~1.9 m/s

■気温: 5.4 °C

■焦点距離: 7.2 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.0 ■ISO値: 100-3200

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3040 × 6080

最小ひび割れ幅・計測精度			
計測値			
チャート番号	A-10	A-9	A-15
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-4	A-13	A-2
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.30	0.15	0.25
チャート番号	A-5	A-3	A-11
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.35	0.20	0.40
チャート番号	A-1	A-14	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.45	0.35	0.10
チャート番号	A-7	A-6	A-12
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.20	1.30	1.00

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.06mm
0.1mm	0.15mm
0.2mm	0.14mm
0.3mm	0.15mm
1.0mm	0.21mm

※色識別性能

■カメラ名称: 全方位カメラ 型番 insta360 ONE X2

■被写体距離: 0.25 m ■照度: 6.34~35.7 kLux ■風速: 0.0~1.9 m/s

■気温: 5.4 °C

■焦点距離: 7.2 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.0 ■ISO値: 100-3200

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3040 × 6080



K-1: 計測比較

K-2: 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	29	41	33	43	45
A-2	80	56	80	56	78	66
A-3	122	95	118	97	116	112
A-4	161	122	157	128	154	147
A-5	202	144	198	152	195	171
A-6	249	164	242	176	238	200
B-1	25	1	55	34	135	147
B-2	57	9	146	157	64	37
B-3	186	184	26	15	51	18
B-4	245	225	205	171	0	3
B-5	192	166	75	55	145	121
B-6	0	1	127	108	159	183
C-1	238	232	158	119	25	1
C-2	157	144	188	183	54	5
C-3	83	50	58	28	106	90
C-4	195	187	79	44	95	63
C-5	58	2	88	63	159	169
C-6	222	216	118	76	32	1
D-1	112	89	76	47	60	35
D-2	197	172	145	114	125	103
D-3	87	33	120	104	155	168
D-4	82	64	106	86	60	30
D-5	126	83	125	104	174	187
D-6	98	44	187	167	166	182

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	30	41	34	43	43
A-2	80	58	80	61	78	68
A-3	122	95	118	101	116	113
A-4	161	129	157	135	154	149
A-5	202	153	198	165	195	181
A-6	249	176	242	189	238	208
B-1	25	1	55	37	135	147
B-2	57	2	146	162	64	40
B-3	186	182	26	18	51	17
B-4	245	233	205	182	0	3
B-5	192	177	75	62	145	131
B-6	0	1	127	123	159	200
C-1	238	232	158	126	25	4
C-2	157	147	188	192	54	3
C-3	83	52	58	34	106	96
C-4	195	194	79	55	95	74
C-5	58	1	88	73	159	183
C-6	222	228	118	81	32	1
D-1	112	87	76	48	60	31
D-2	197	180	145	122	125	110
D-3	87	33	120	113	155	186
D-4	82	65	106	97	60	30
D-5	126	83	125	116	174	195
D-6	98	48	187	179	166	189

技術番号 BR010048

技術名 全方位カメラを用いた点検支援技術 開発者名 首都高技術株式会社

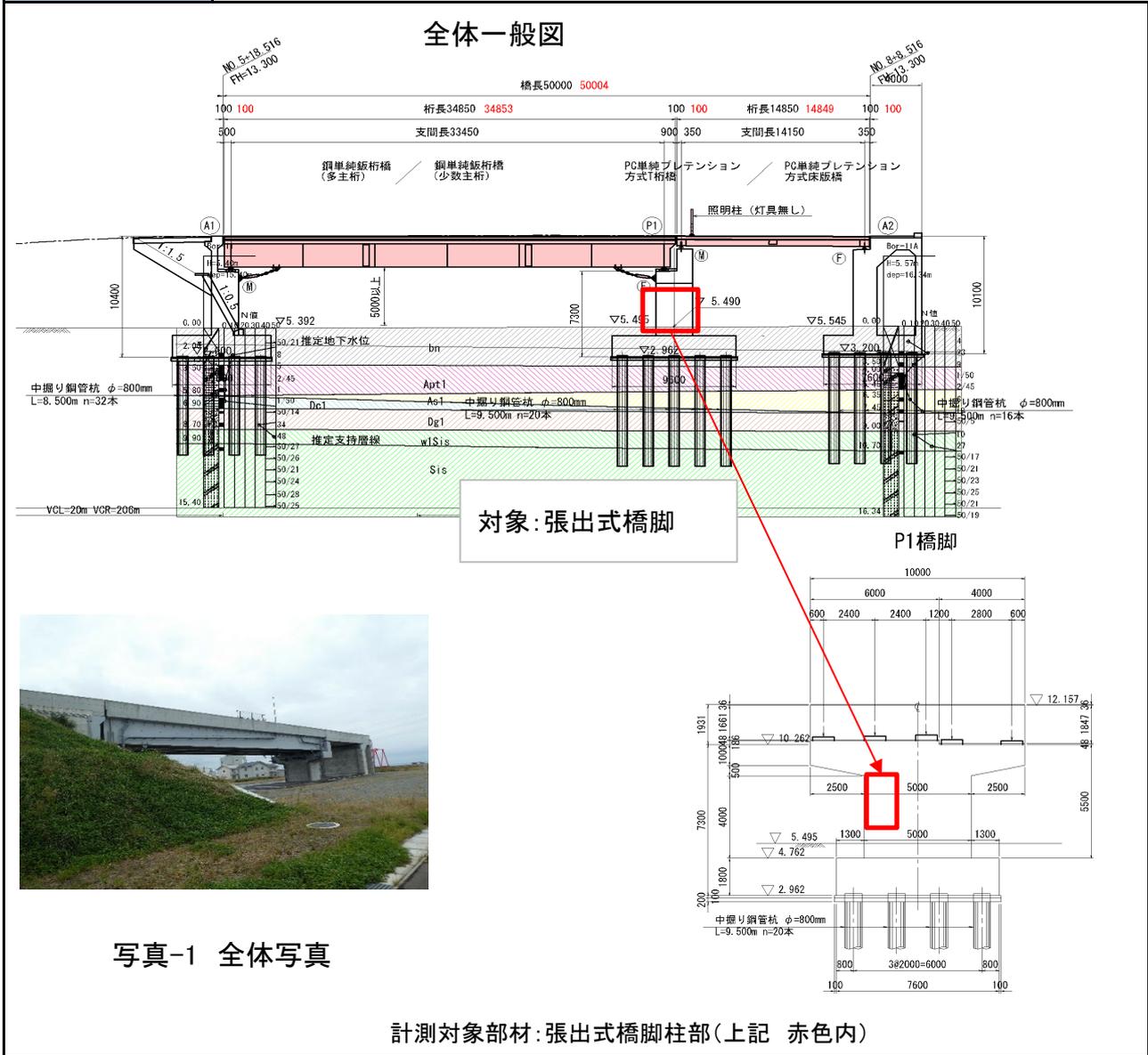
試験日 令和4年 12月 20日 天候 晴れ 気温 5.4 °C 風速 1.9 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 検出項目 ひびわれ 試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要



- ① 計測器の組立(写真-2:カメラ、錘)
- ② 計測装置一式(写真-3:昇降用吊り下げ金具+カメラ、錘)
- ③ 撮影状況:P1柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1柱部の撮影(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: 全方位カメラ 型番 insta360 ONE X2

■被写体距離: 0.25 m ■照度: 6.31~38.2 kLux ■風速: 0.0~5.0 m/s

■気温: 5.3 °C

■焦点距離: 7.2 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

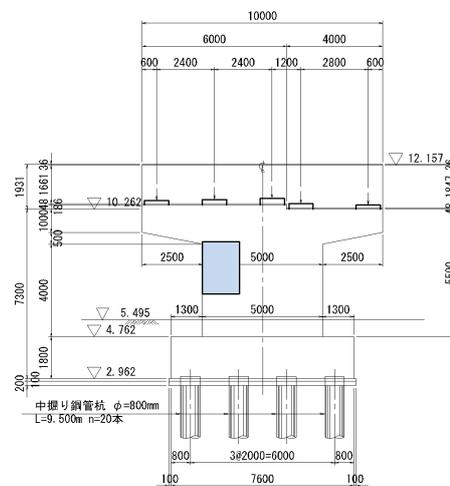
■絞り: f 2.0 ■ISO値: 100-3200

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3040 × 6080

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



P1橋脚正面(起点側)(写真-6)



※撮影した画像(橋脚柱部)からひびわれを確認する。(写真-6)

撮影範囲

※撮影速度



写真-7

撮影範囲(縦0.9m、横2.0m)(写真-7)の撮影に要した時間(秒)を計測する。

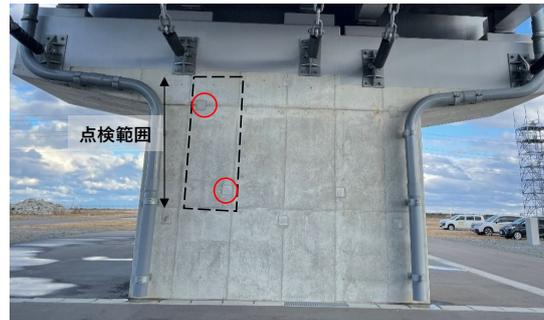
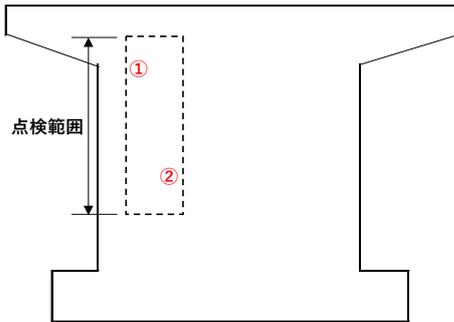
速度(撮影速度) = $1.8\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$

※撮影速度

撮影面積: 1.8m^2 、所要時間: 4分55秒 (= 295 秒)

撮影速度 = $1.8 / 295 = 0.006\text{m}^2/\text{sec}$

※計測結果



損傷①



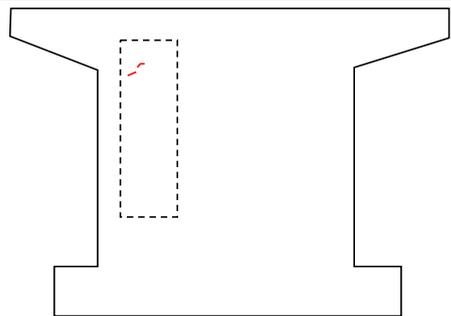
遠景

損傷②

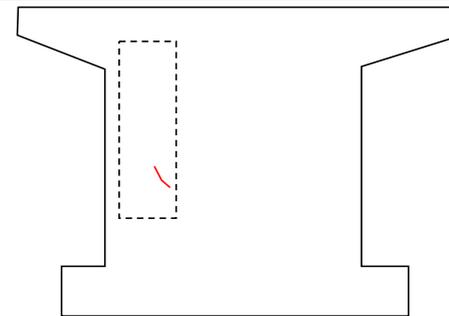


遠景

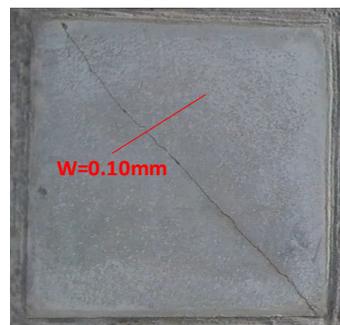
スケッチ図



スケッチ図



近景



近景

技術番号 BR010048

技術名 全方位カメラを用いた点検支援技術

開発者名 首都高技術株式会社

試験日 令和4年 12月 20日

天候 晴れ

気温 5.4 °C

風速 1.9 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

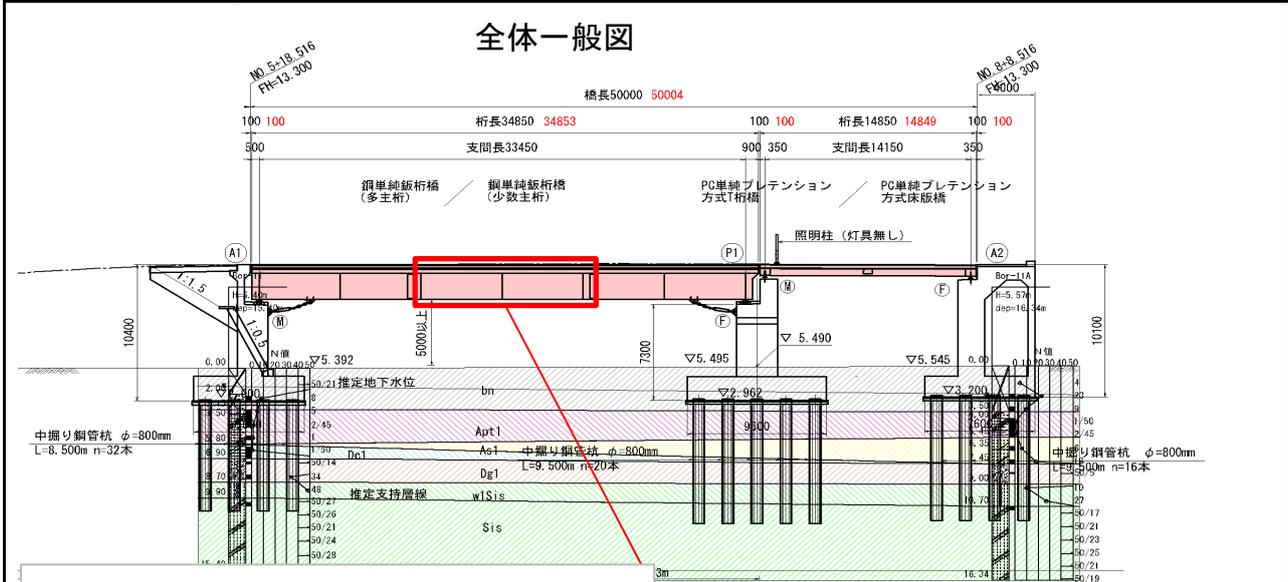
カタログ分類 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)
狭小進入可能性能

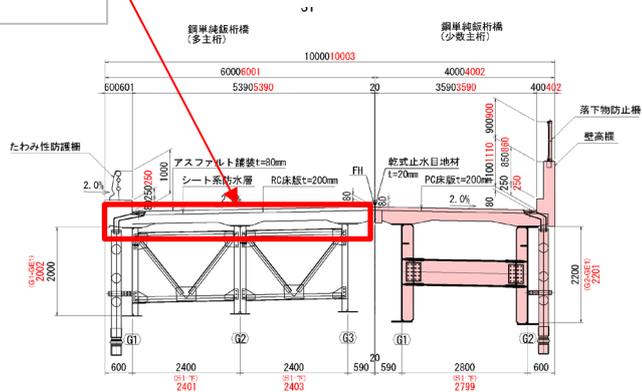
対象構造物の概要



対象: 鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)



写真-1 全体写真



対象径間: 第1径間

計測対象部材: 床版下面(上記 赤色内)

- ① 計測機器の搬入(写真-2:ポール(最大L=7.5m)、カメラ、照明装置)
- ② 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-3)(桁下5.5m)
- ③ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)(桁下5.5m)
- ④ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)(桁下5.5m)
- 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: 全方位カメラ 型番 insta360 ONE X2

■被写体距離: 0.25 m ■照度: 6.31~38.2 kLux ■風速: 0.0~5.0 m/s

■気温: 5.3 °C

■焦点距離: 7.2 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.0 ■ISO値: 100-3200

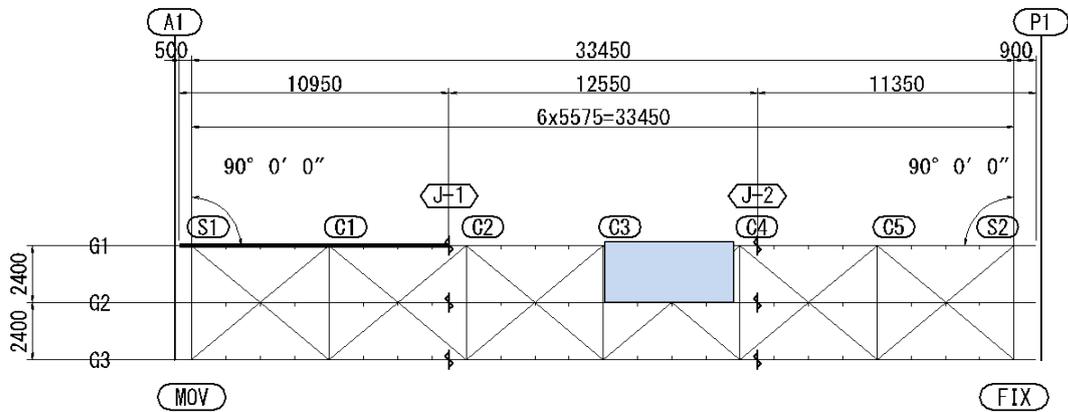
■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3040 × 6080

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)



※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

■ 撮影範囲

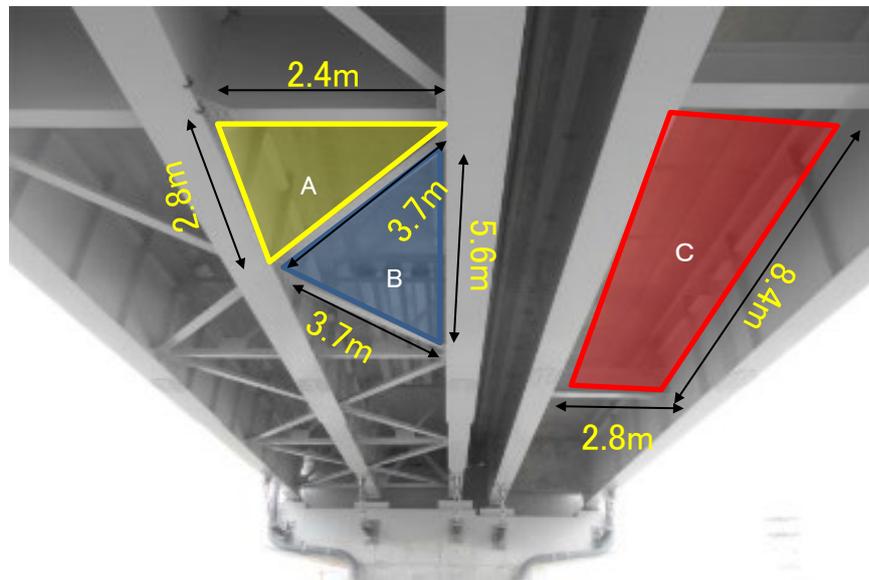
※進入可能性能

<桁間に進入>

風速: 5.0m/s

3.7m × 2.8m × 2.4m 進入可能(平面寸法A)

5.6m × 3.7m × 3.7m 進入可能(平面寸法B)



3.7m × 2.8m × 2.4m 進入可能(平面寸法A)

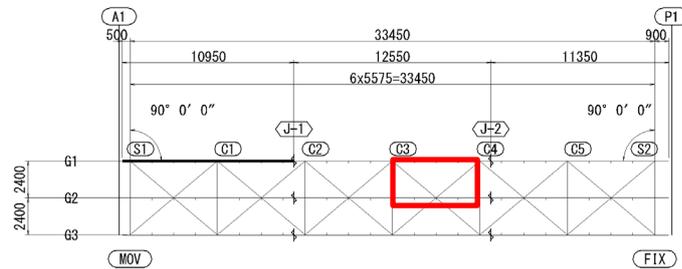


5.6m × 3.7m × 3.7m 進入可能(平面寸法B)

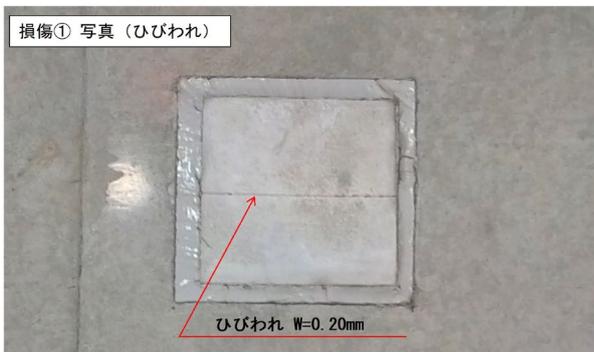
※計測結果

・鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

配置図



ポール先端に全方位カメラを取付けて地上より点検した結果

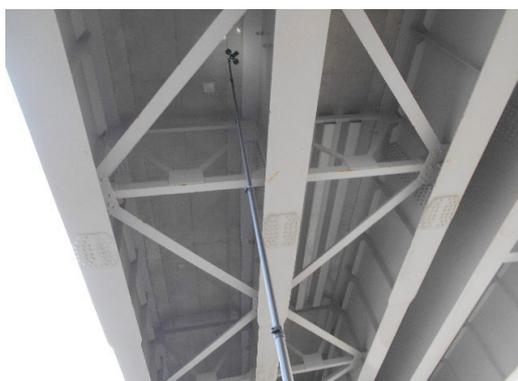
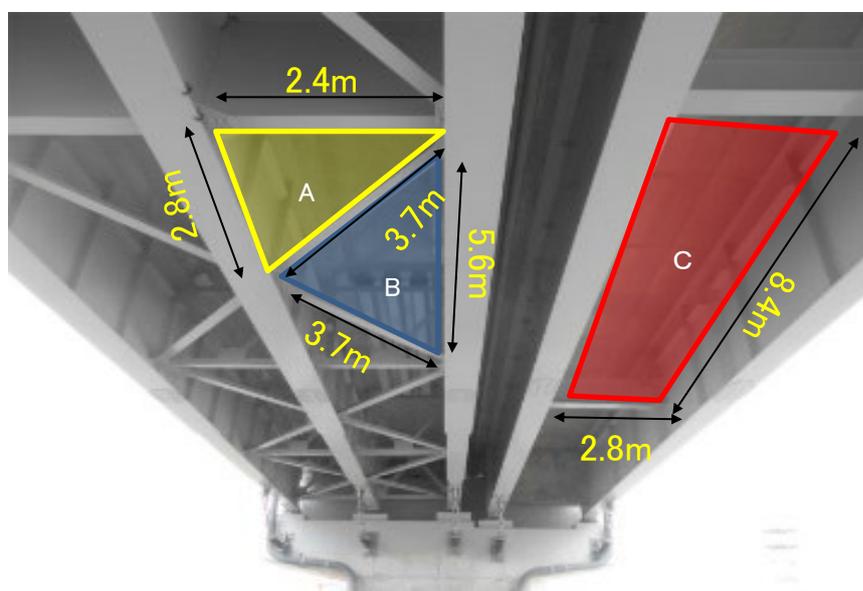


※進入可能性能

<桁間に進入>

3.7m × 2.8m × 2.4m 進入可能(平面寸法A)

5.6m × 3.7m × 3.7m 進入可能(平面寸法B)



3.7m × 2.8m × 2.4m 進入可能(平面寸法A)



5.6m × 3.7m × 3.7m 進入可能(平面寸法B)

技術番号 BR010048

技術名 全方位カメラを用いた点検支援技術

開発者名 首都高技術株式会社

試験日 令和4年 12月 20日

天候 晴れ

気温 5.4 °C

風速 1.9 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

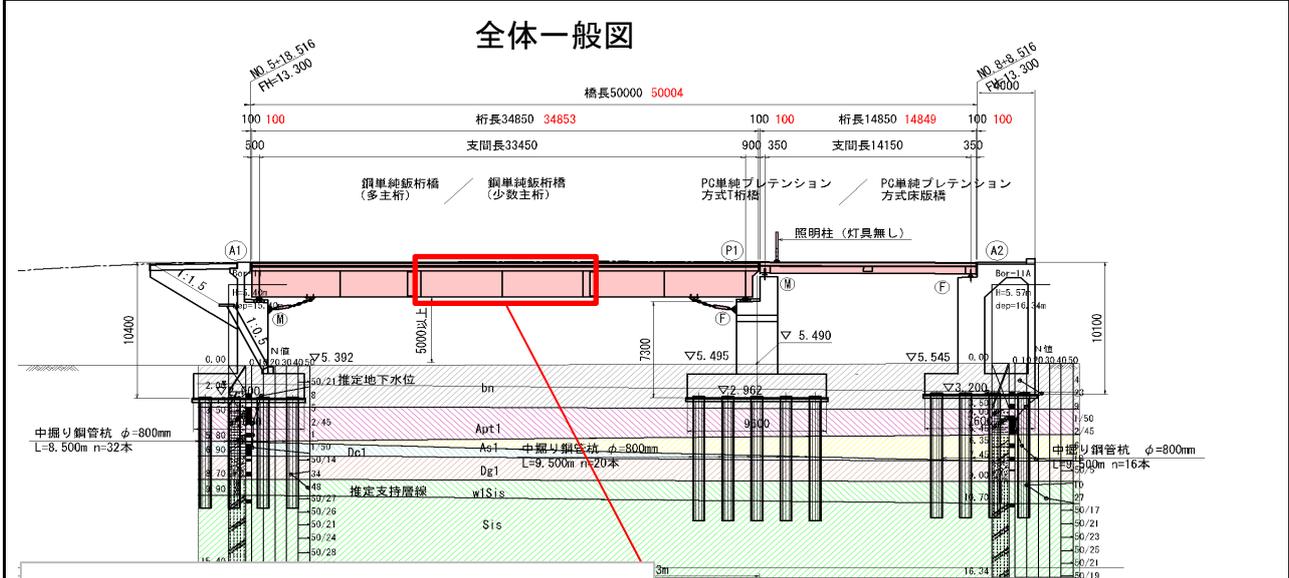
カタログ分類 画像計測技術

検出項目 ひびわれ

試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)
狭小進入可能性能

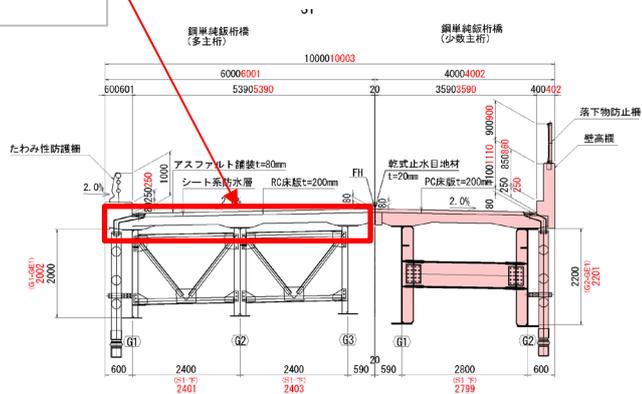
対象構造物の概要



対象: 鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁)



写真-1 全体写真



対象径間: 第1径間

計測対象部材: 床版下面(上記 赤色内)

- ① 計測機器の搬入(写真-2:L型ポール、カメラ、照明装置)
- ② 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-3:橋面よりL型ポールを差込)
- ③ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4:橋面よりL型ポールを差込)
- ④ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像から、ひびわれを確認する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称: 全方位カメラ 型番 insta360 ONE X2

■被写体距離: 0.25 m ■照度: 6.31~38.2 kLux ■風速: 0.0~5.0 m/s

■気温: 5.3 °C

■焦点距離: 7.2 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.0 ■ISO値: 100-3200

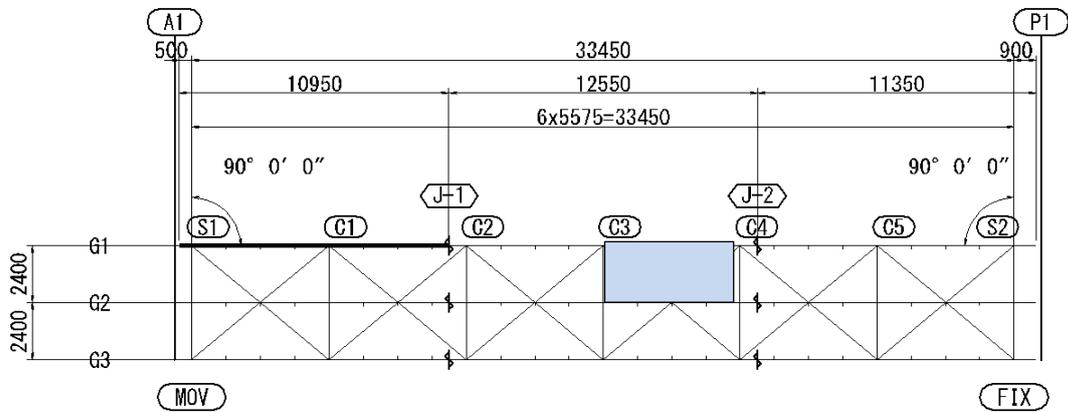
■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 3040 × 6080

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)



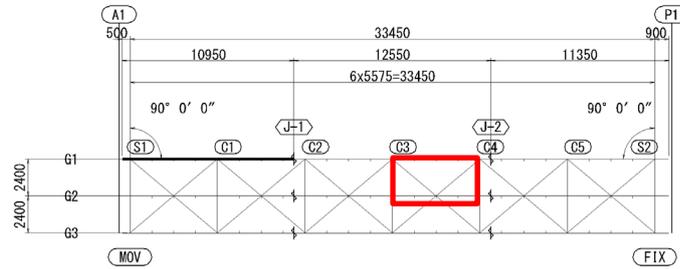
※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

撮影範囲

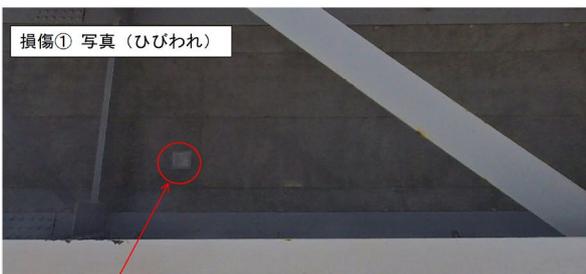
※計測結果

鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

配置図



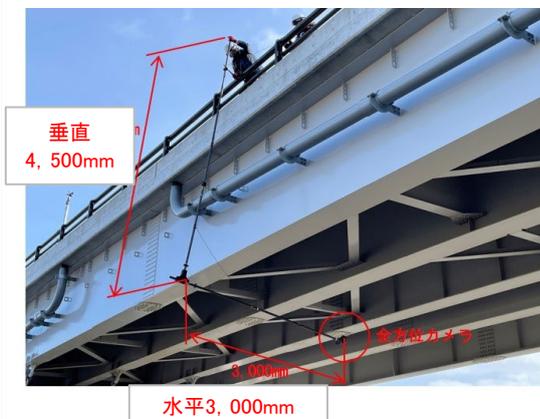
L型ポール先端に全方位カメラを取付けて橋面より点検した結果



ひびわれ W=0.20mm

防食機能の劣化 L=500mm (減肉無し)

狭小進入可能性



- ・侵入深さ 30mm
- ・曲がり回数 0回
- ・先端部最小断面 113×46mm

※1本あたり1,500mmのポールを連結(垂直:3本、水平:2本)

技術番号 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術 開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

試験日 令和4年 12月 20日 天候 晴れ 気温 3.4 °C 風速 2.7 m/s

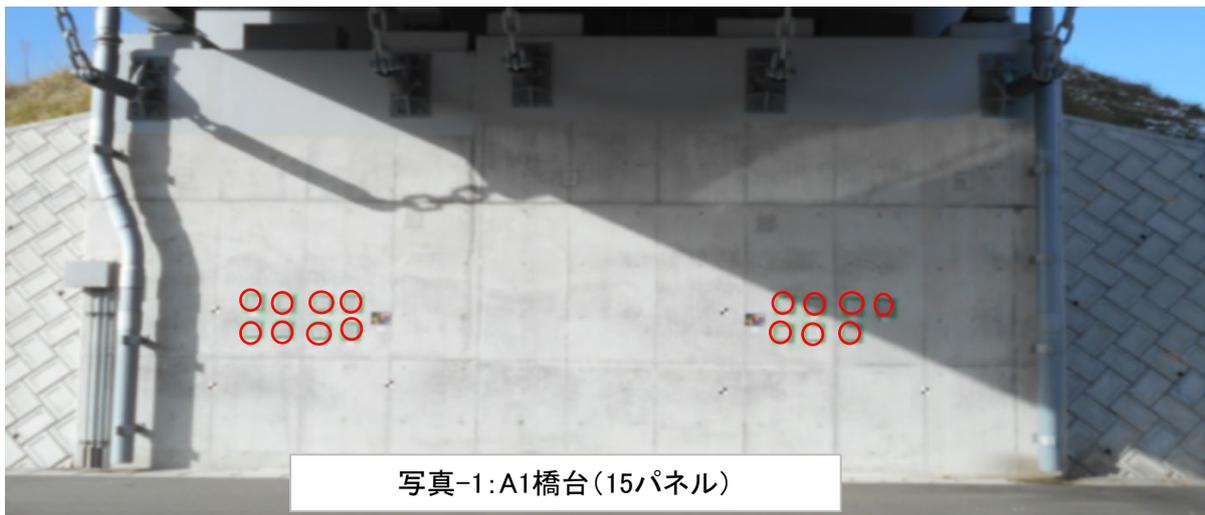
試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」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橋台に配置した。(写真-1 ○:パネル)



パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A-1 縦	A-2 斜	A-3 横	A-4 縦	A-9 横	A-10 縦	A-11 斜	A-12 斜
A-5 縦	A-6 横	A-7 縦	A-8 斜	A-13 横	A-14 横	A-15 斜	

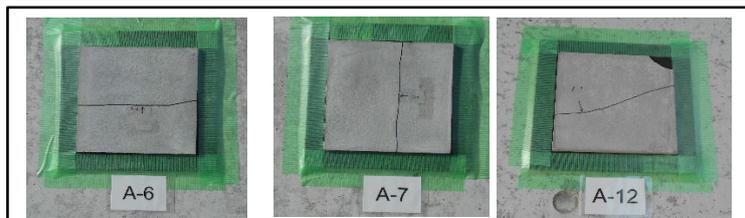


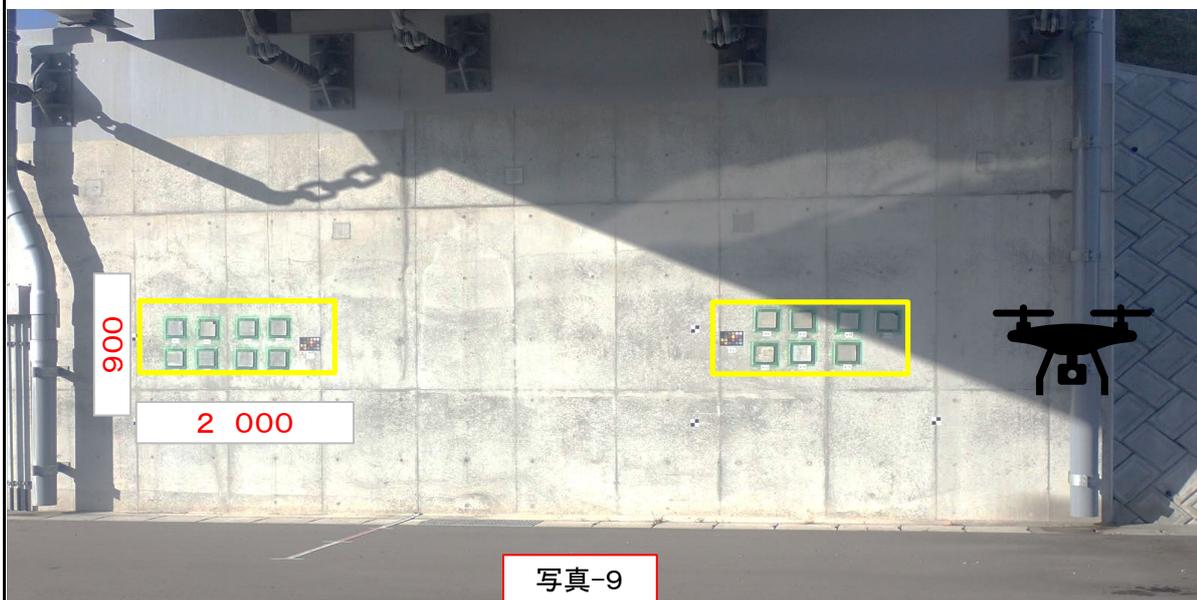
写真-2: パネル(抜粋 A-6、A-7、A-12)

試験方法(手順)	技術番号	BR010050
① 標点の設置(写真-3)		
② 計測機器の搬入(写真-4:ドローン、タブレット型送信機)		
③ ドローンを飛行させ撮影し、タブレットモニターで映像を確認する。(写真-5, 6:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影)		
④ 撮影状況(写真-7:カラーチャートK-1を撮影)		
⑤ 撮影状況(写真-8:カラーチャートK-2を撮影)		

開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度



撮影範囲(縦0.9m、横2.0mを2箇所)(写真-9)の撮影に要した時間(秒)を計測する。

速度(撮影速度) = $3.6\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$

※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。

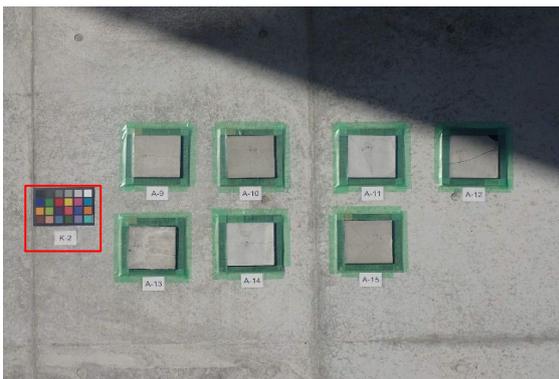
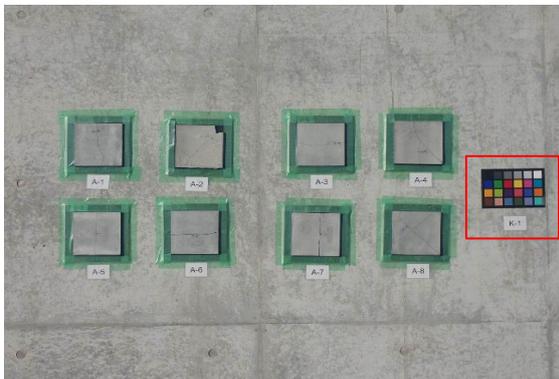
真値(ひびわれ幅)

チャート番号	A-10	A-9	A-15
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05
チャート番号	A-4	A-13	A-2
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1
チャート番号	A-5	A-3	A-11
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2
チャート番号	A-1	A-14	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3
チャート番号	A-7	A-6	A-12
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-10)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-11)とA2橋台(K2)(写真-12)の2箇所



	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: 3.6m²、所要時間: 8分19秒 (=499 秒)撮影速度 = 3.6 / 499 = 0.007m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: IMX577(SONY)

■被写体距離: 1.0~1.5 m ■照度: 10.8~66.9 kLux ■風速: 0.0~2.7 m/s

■気温: 3.4 °C

■焦点距離: 20 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.8(固定) ■ISO値: オート

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4056 × 3040 ■撮影方法: 4K動画記録

最小ひびわれ幅・計測精度

計測値

チャート番号	A-10	A-9	A-15
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-4	A-13	A-2
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-5	A-3	A-11
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.3	0.2	0.2

チャート番号	A-1	A-14	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.4	0.3	0.4

チャート番号	A-7	A-6	A-12
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.0	0.9	1.0

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

※色識別性能

■カメラ名称: IMX577(SONY)

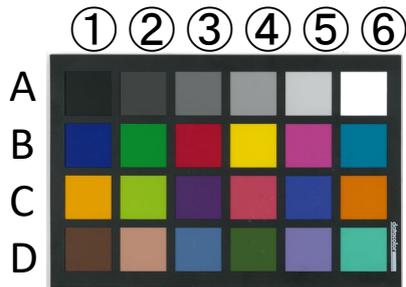
■被写体距離: 1.0~1.5 m ■照度: 10.8~66.9 kLux ■風速: 0.0~2.7 m/s

■気温: 3.4 °C

■焦点距離: 20 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.8(固定) ■ISO値: オート

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4056 × 3040 ■撮影方法: 4K動画記録



立会者撮影

K-1:開発者撮影
(オルソ加工前)K-1:開発者撮影
(オルソ加工後)

K-1:計測比較

	R値			G値			B値		
	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後
A-1	43	6	33	41	6	33	43	8	35
A-2	80	19	37	80	19	37	78	21	37
A-3	122	42	48	118	42	48	116	44	50
A-4	161	67	67	157	67	66	154	69	74
A-5	202	100	103	198	99	102	195	104	108
A-6	249	129	142	242	128	141	238	133	146
B-1	25	4	3	55	8	9	135	57	59
B-2	57	14	20	146	62	62	64	20	24
B-3	186	94	95	26	7	3	51	16	16
B-4	245	127	139	205	103	107	0	7	4
B-5	192	102	103	75	15	17	145	60	62
B-6	0	1	2	127	49	50	159	72	72
C-1	238	124	130	158	68	64	25	7	4
C-2	157	70	67	188	93	69	54	15	16
C-3	83	37	34	58	6	5	106	37	35
C-4	195	106	108	79	18	20	95	32	34
C-5	58	9	8	88	19	23	159	70	66
C-6	222	115	116	118	43	41	32	5	0
D-1	112	38	40	76	14	15	60	12	10
D-2	197	103	101	145	60	58	125	54	51
D-3	87	19	21	120	40	41	155	71	66
D-4	82	22	21	106	31	30	60	10	9
D-5	126	48	46	125	40	40	174	89	88
D-6	98	27	30	187	97	96	166	86	86

※色識別性能

■カメラ名称: IMX577(SONY)

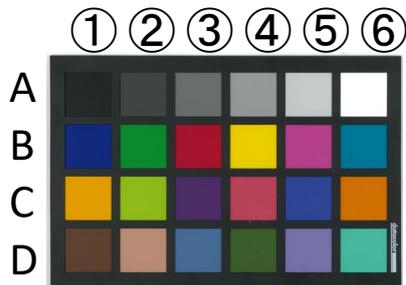
■被写体距離: 1.0~1.5 m ■照度: 10.8~66.9 kLux ■風速: 0.0~2.7 m/s

■気温: 3.4 °C

■焦点距離: 20 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.8(固定) ■ISO値: オート

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4056 × 3040 ■撮影方法: 4K動画記録



立会者撮影

K-2: 開発者撮影
(オルソ加工前)K-2: 開発者撮影
(オルソ加工後)

K-1: 計測比較

	R値			G値			B値		
	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後	真値	計測値 加工前	計測値 加工後
A-1	43	8	30	41	8	30	43	10	32
A-2	80	22	39	80	22	39	78	24	39
A-3	122	48	62	118	48	62	116	50	62
A-4	161	76	102	157	76	102	154	78	102
A-5	202	116	139	198	114	135	195	117	134
A-6	249	143	154	242	141	153	238	144	159
B-1	25	3	11	55	8	21	135	63	82
B-2	57	18	32	146	70	93	64	21	34
B-3	186	112	145	26	8	24	51	19	33
B-4	245	141	161	205	118	131	0	4	9
B-5	192	116	139	75	16	28	145	68	79
B-6	0	1	11	127	56	60	159	86	93
C-1	238	135	175	158	81	111	25	7	23
C-2	157	83	117	188	108	144	54	17	29
C-3	83	44	53	58	6	23	106	45	51
C-4	195	119	144	79	21	34	95	36	45
C-5	58	11	15	88	22	30	159	78	87
C-6	222	126	163	118	49	60	32	5	15
D-1	112	46	58	76	18	30	60	14	26
D-2	197	116	156	145	67	96	125	60	72
D-3	87	22	38	120	45	57	155	77	100
D-4	82	23	39	106	36	49	60	10	24
D-5	126	54	60	125	45	51	174	100	116
D-6	98	41	52	187	110	149	166	105	129

技術番号	BR010050					
技術名	自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術			開発者名	KDDIスマートドローン株式会社	
試験日	令和4年 12月 20日	天候	晴れ	気温	3.4 °C	
				風速	2.7 m/s	
試験場所	福島ロボットテストフィールド					
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験

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

対象構造物の概要

※検証試験体

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

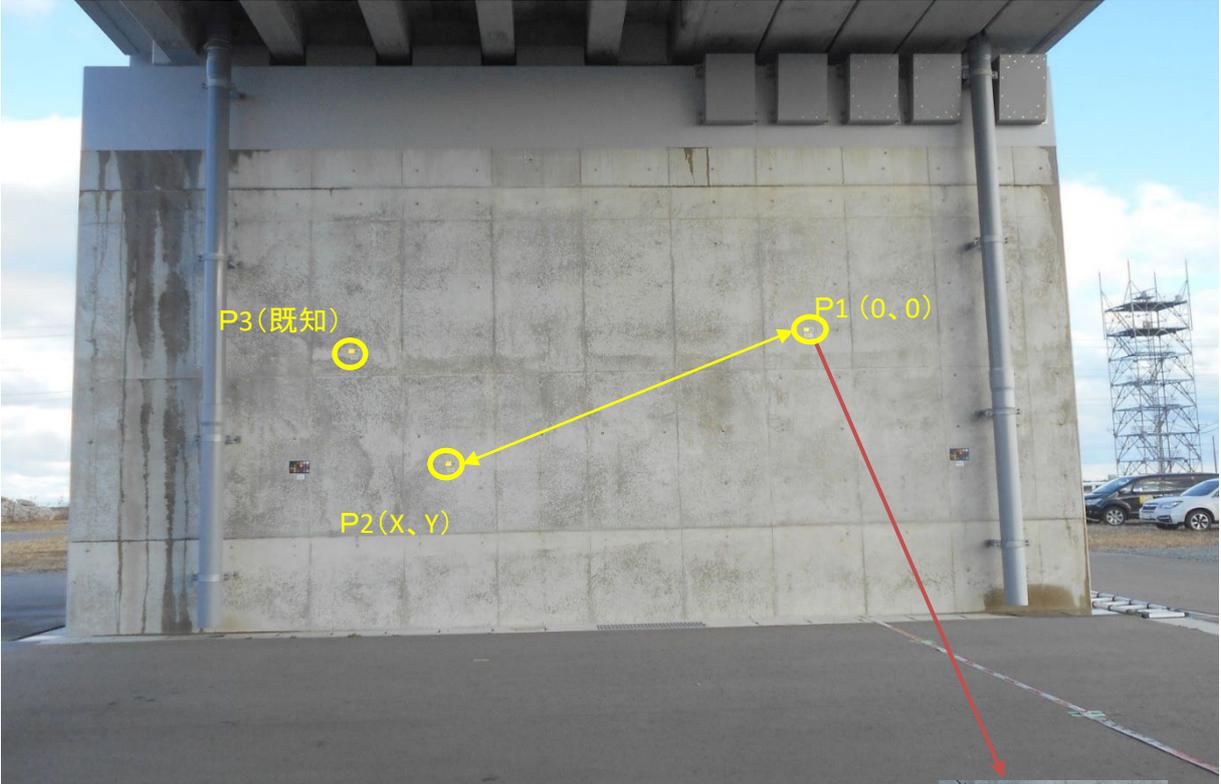


写真-1

マーカ座標

〇〇橋
P00
Pw3896

中心座標

- ① 計測機器の搬入(写真-2:ドローン、タブレット型送信機)
- ② 撮影状況:A2縦壁前面のマーカ- (P1、P2、P3)を撮影する。(写真-3、4、5、6)
- ③ ドローンの着陸(写真-7)
- ④ 後日、撮影画像から点群データを作成しマーカ-の座標値を求める。
- ⑤ また、マーカ-の座標値から長さ(P1-P2間)を求める。

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



写真-6

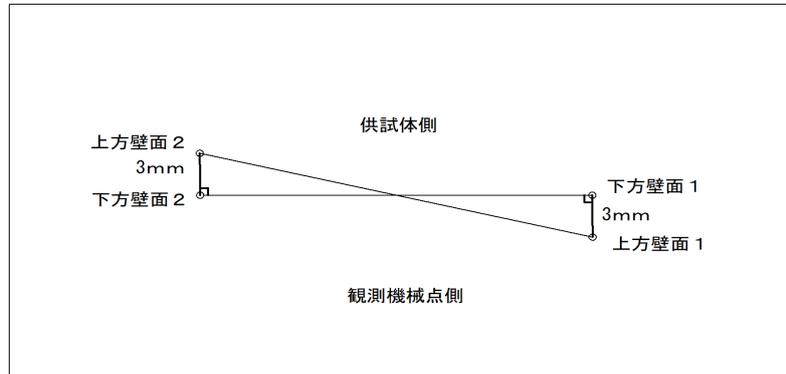


写真-7

※長さ計測精度/位置精度

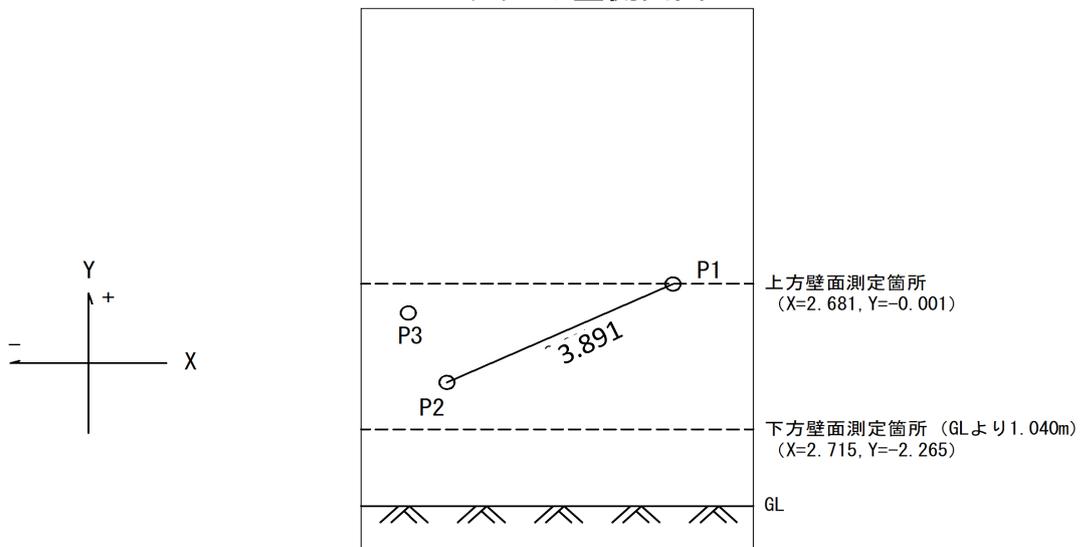
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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	-3.601	-1.474	0.003
P3	-4.535	-0.180	0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: IMX577(SONY)

■被写体距離: 1.0~1.5 m ■照度: 7.48~77.1 kLux ■風速: 0.0~6.2 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 20 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.8(固定) ■ISO値: オート

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4056×3040 ■撮影方法: 4K動画記録

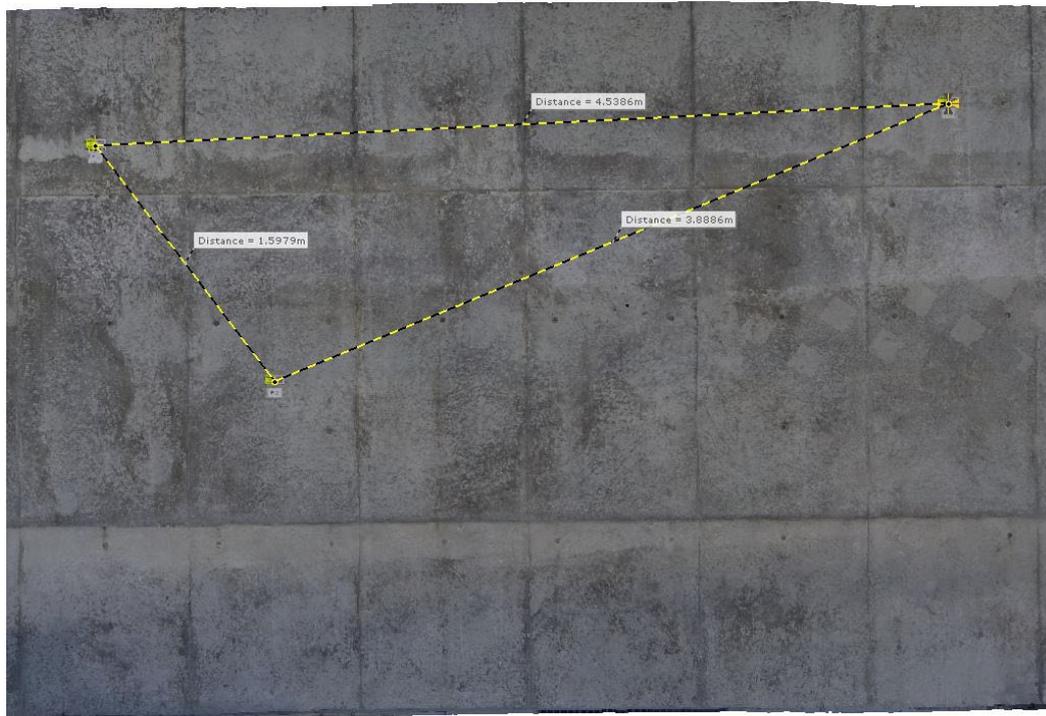


写真-8 点群データ上で計測

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	-3.601	-3.598	-0.003	-1.474	-1.474	0.000	3.891	3.889	99.95%
P3	-4.535	-4.535	/	-0.180	-0.180	/	/	/	/

技術番号 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術

開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

試験日 令和4年 12月 20日 天候 晴れ 気温 3.4 °C 風速 2.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

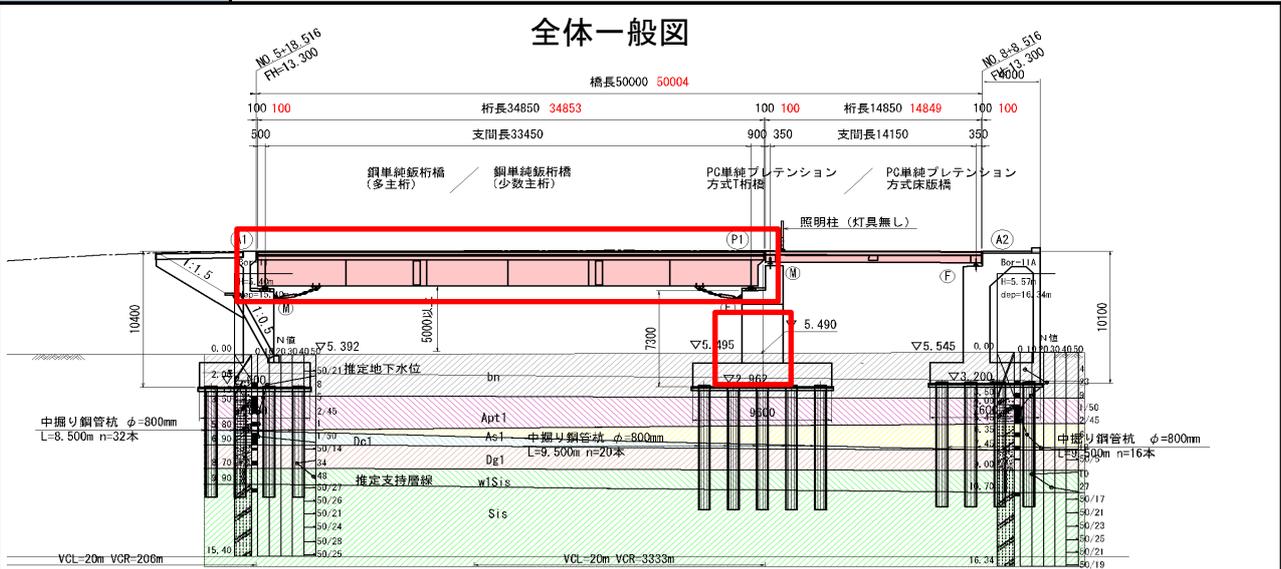
カタログ分類 画像計測技術

カタログ 検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目
構造物近傍安定性能
進入可能性能
可動範囲

対象構造物の概要



対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

- ① 計測器のセット(写真-2:ドローン、PCタブレット)
- ② ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)
- ③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ④ 飛行状況(写真-5: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



※構造物近傍安定性能

構造物までの距離:1.2m

風速:6.2m/s

停止飛行時:水平移動無し

ホバリング:60秒間



※可動範囲:50m(飛行距離:50m(=7.5+35+7.5))

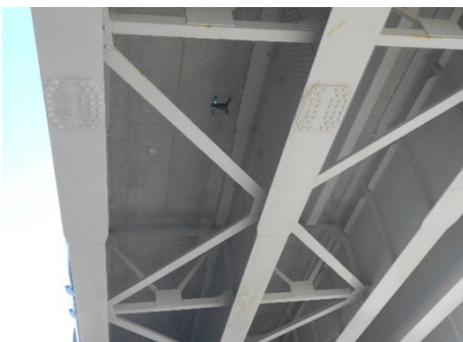
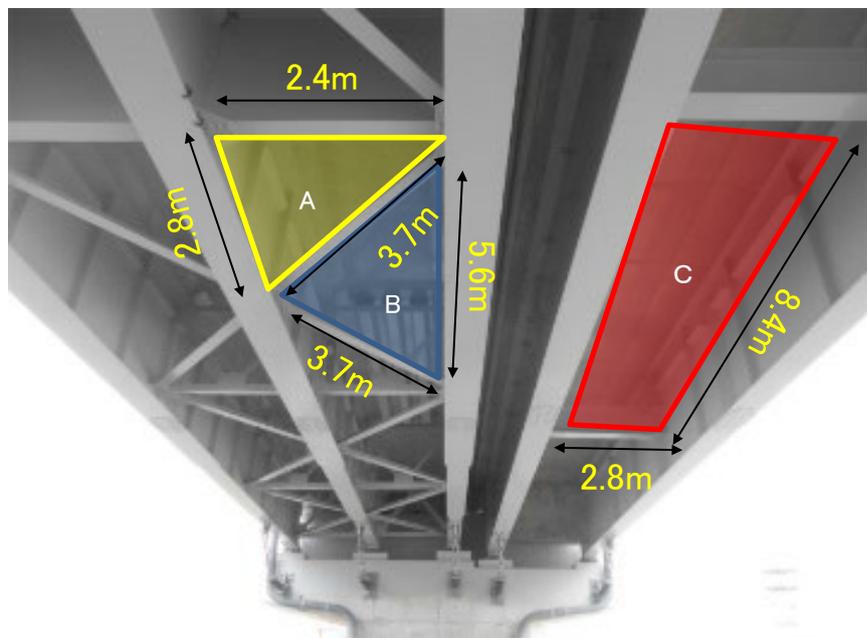
※進入可能性能

<桁間に進入>

風速: 7.0m/s

3.7m × 2.8m × 2.4m 進入可能(平面寸法A)

5.6m × 3.7m × 3.7m 進入可能(平面寸法B)



3.7m × 2.8m × 2.4m 進入可能(平面寸法A)



5.6m × 3.7m × 3.7m 進入可能(平面寸法B)

技術番号 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術 開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

試験日 令和4年 12月 20日 天候 晴れ 気温 5.1 °C 風速 - m/s

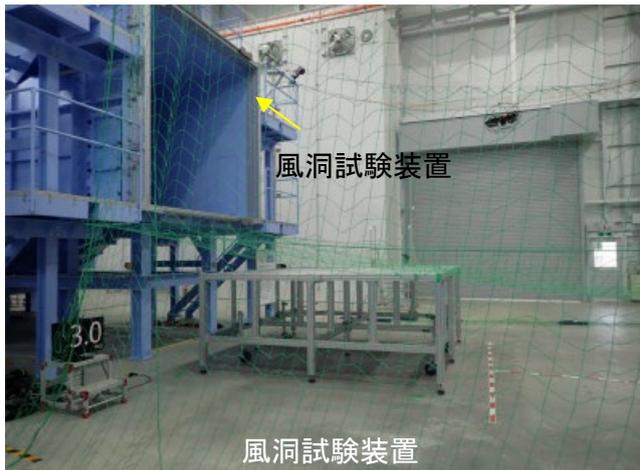
試験場所 福島ロボットテストフィールド

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 安定性能(人工風)

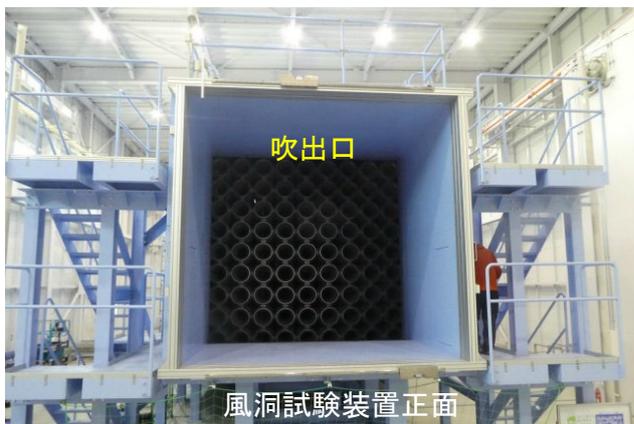
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞棟仕様

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



一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

- ① ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカーを貼り付ける。(写真-1)
- ② 吹出口の中心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

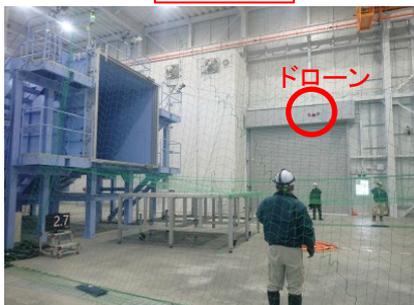


写真-3

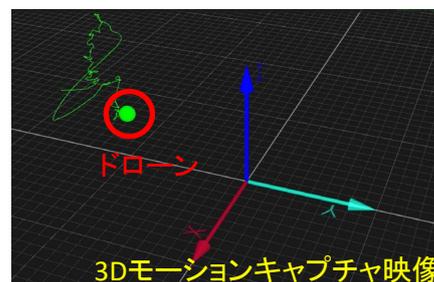


写真-4

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

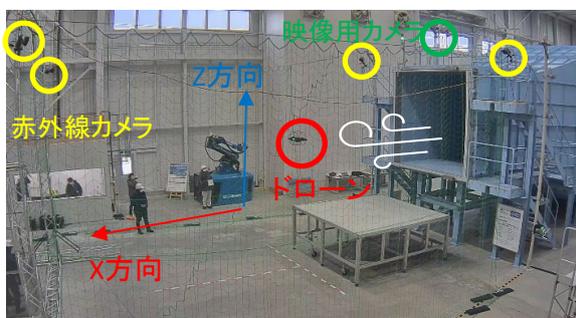


写真-6

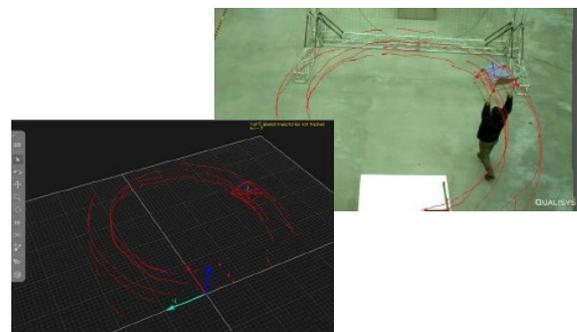


写真-7

※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-6)(写真-7)

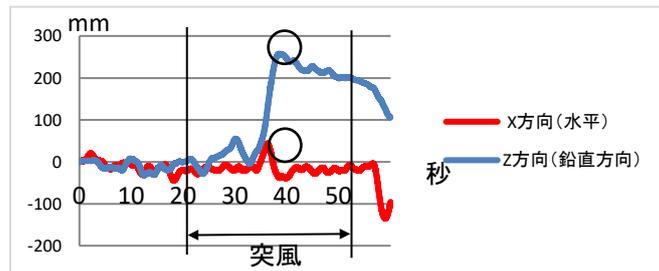
※安定性能

風速: 3.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 4cm

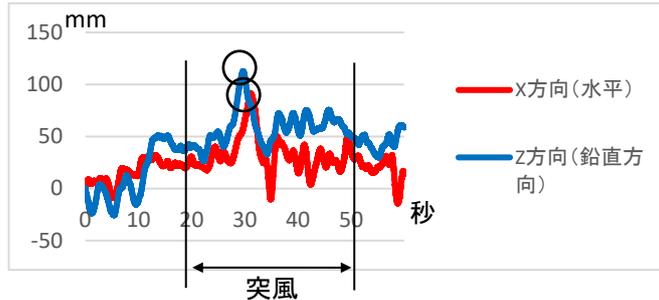
鉛直方向 最大移動量 26cm



側面

水平方向 最大移動量 9cm

鉛直方向 最大移動量 11cm

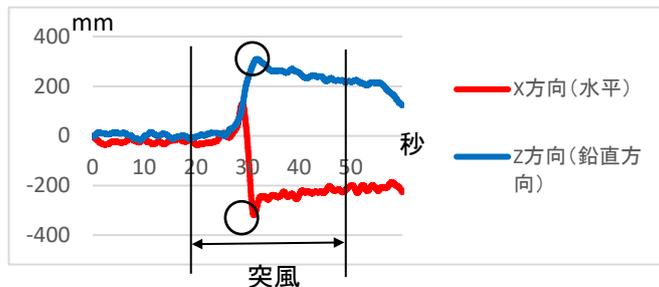


風速: 5.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 32cm

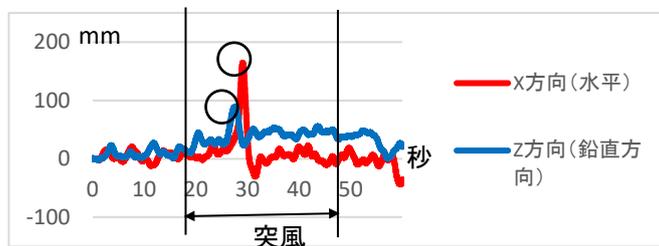
鉛直方向 最大移動量 31cm



側面

水平方向 最大移動量 16cm

鉛直方向 最大移動量 9cm

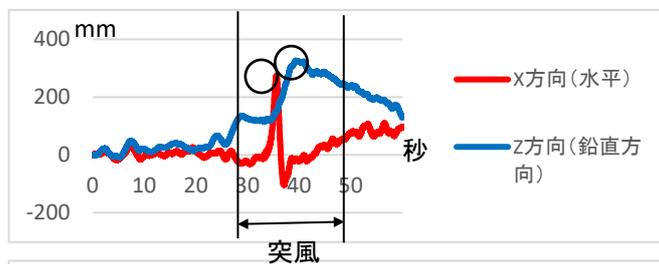


風速: 8.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 27cm

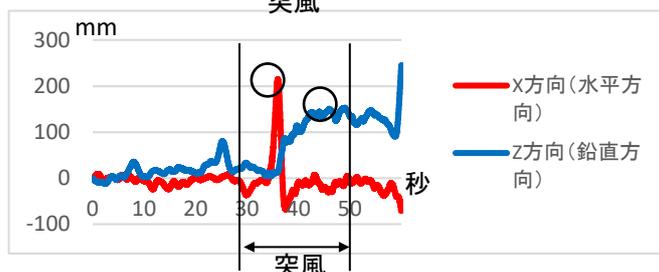
鉛直方向 最大移動量 33cm



側面

水平方向 最大移動量 22cm

鉛直方向 最大移動量 15cm



技術番号 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術

開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

試験日 令和4年 12月 20日 天候 晴れ 気温 3.4 °C 風速 2.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 検出項目 ひびわれ 試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

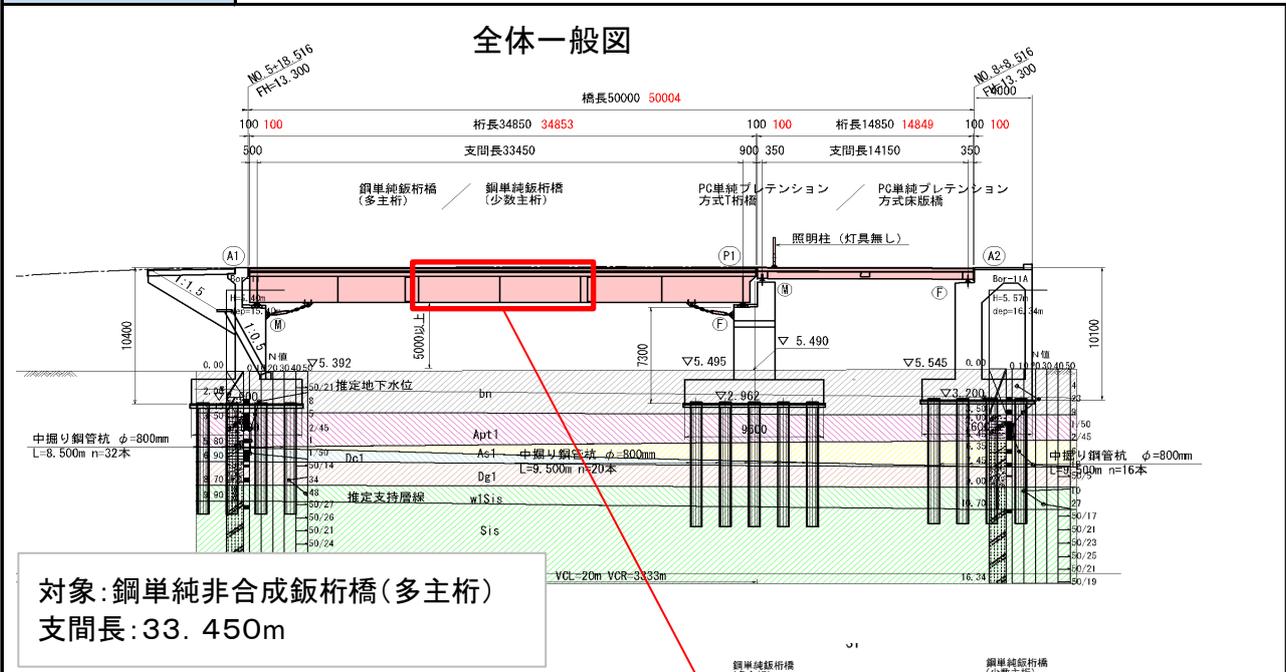
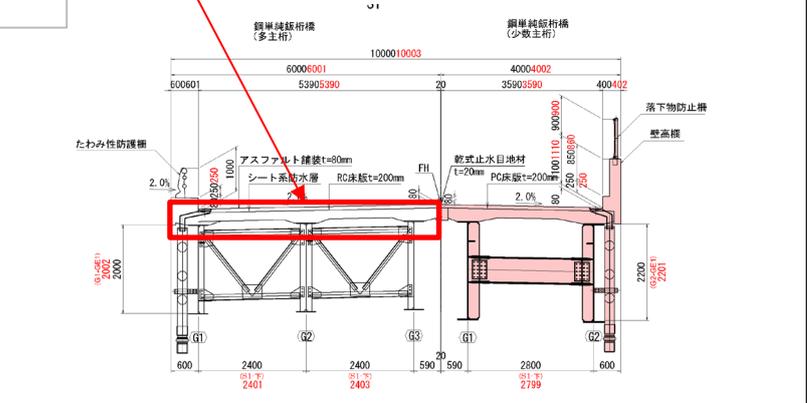


写真-1 全体写真



試験方法(手順)	技術番号	BR010050
① 計測器のセット(写真-2:ドローン、PCタブレット)		
② ドローンの操作状況(写真-3)		
③ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)		
④ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)		
⑤ 後日、撮影した画像から3Dメッシュデータおよびオルソ画像作成し、ひびわれを確認する。		

0 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: IMX577(SONY)

■被写体距離: 1.0~1.5 m ■照度: 7.48~77.1 kLux ■風速: 0.0~6.2 m/s

■気温: 4.4 °C

■焦点距離: 20 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.8(固定) ■ISO値: オート

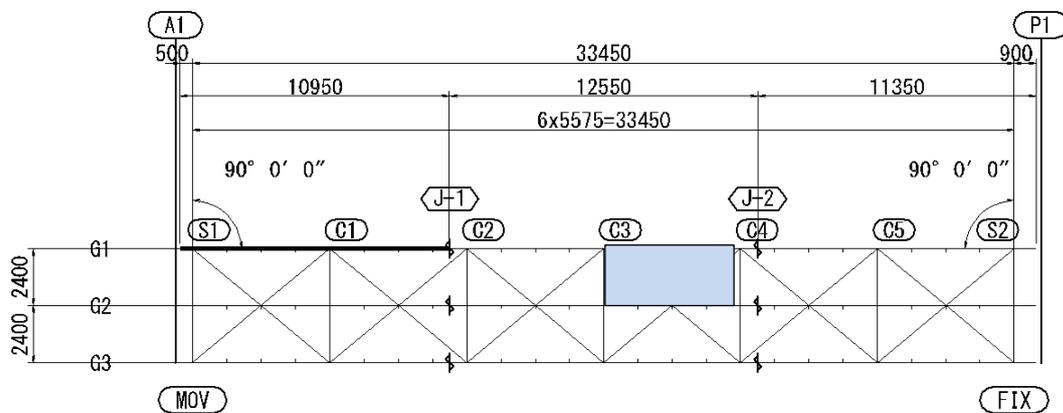
■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4056 × 3040 ■撮影方法: 4K動画記録

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)



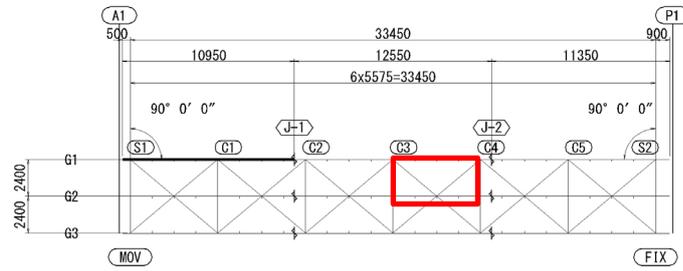
※撮影した画像(床版)からひびわれを確認する。(写真-6)

撮影範囲

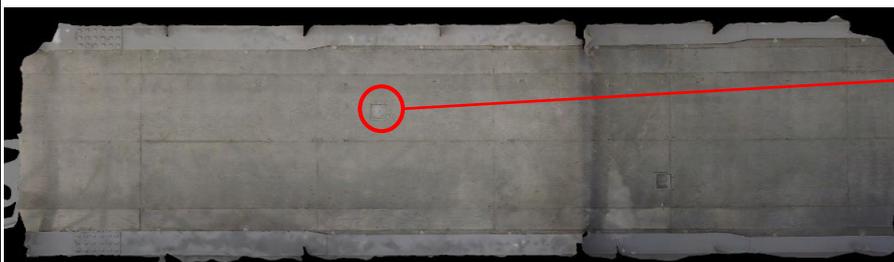
※計測結果

鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

配置図



3Dデータ(A1-P1径間:鋼桁橋床版部)



オルソ画像(A1-P1径間:鋼桁橋床版部):見下げ

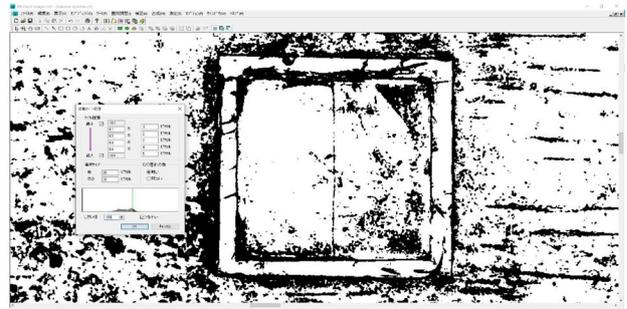
※計測結果

鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)

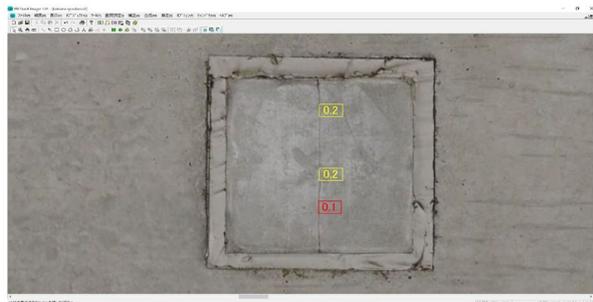
●コンクリート構造物劣化調査支援ソフト:「Crack Imager」(自社開発ソフト)によるひびわれ幅計測



Step-1:オルソ画像上でひびわれ確認



Step-2:二値化処理によるひびわれ抽出



Step-3:画像上でひびわれをプロットして幅測定

ひびわれ幅 凡例

<0.1	・・・0.1mm未満
0.1	・・・0.1～0.2mm未満
0.2	・・・0.2～0.3mm未満
0.3	・・・0.3～0.4mm未満
0.4	・・・0.4～0.5mm未満
>0.4	・・・0.5mm以上

技術番号 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術

開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

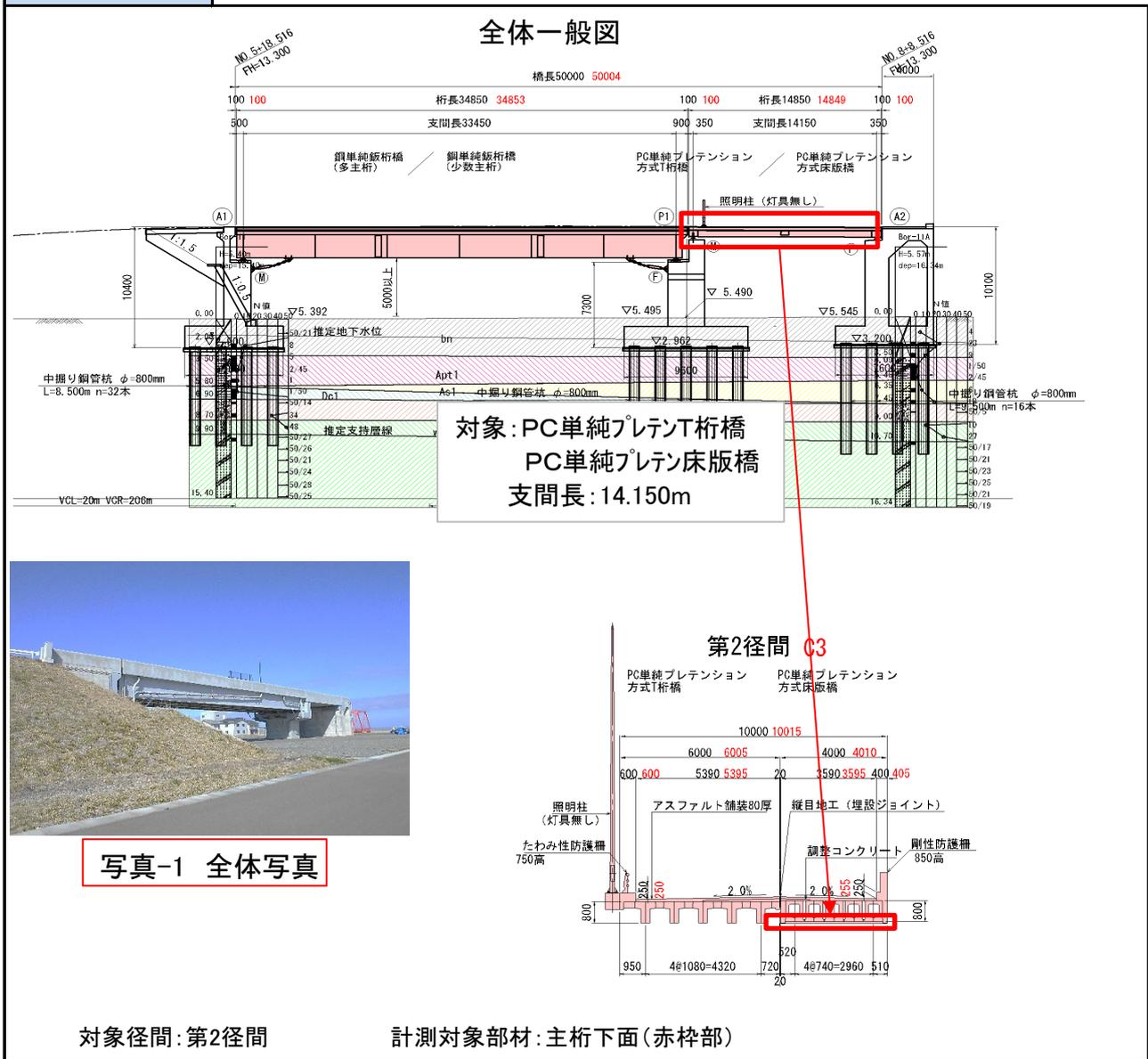
試験日 令和4年 12月 20日 天候 晴れ 気温 3.4 °C 風速 2.7 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 検出項目 ひびわれ 試験区分 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要



- ① 計測器のセット(写真-2:ドローン、PCタブレット)
- ② ドローンの操作状況(写真-3)
- ③ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:多主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像から3Dメッシュデータおよびオルソ画像作成し、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: IMX577(SONY)

■被写体距離: 1.0~1.5 m ■照度: 10.8~79.7 kLux ■風速: 0.0~7.0 m/s

■気温: 5.1 °C

■焦点距離: 20 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 2.8(固定) ■ISO値: オート

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4056 × 3040 ■撮影方法: 4K動画記録

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

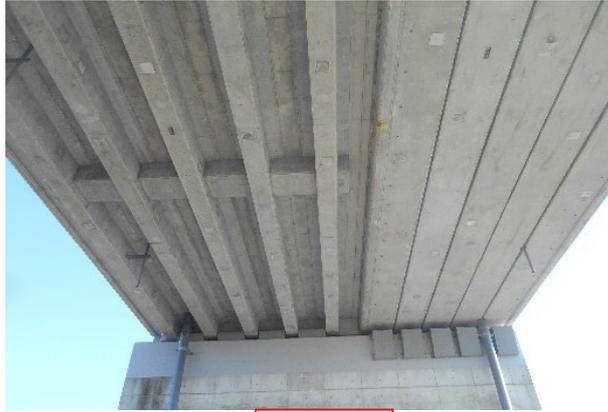


写真-6

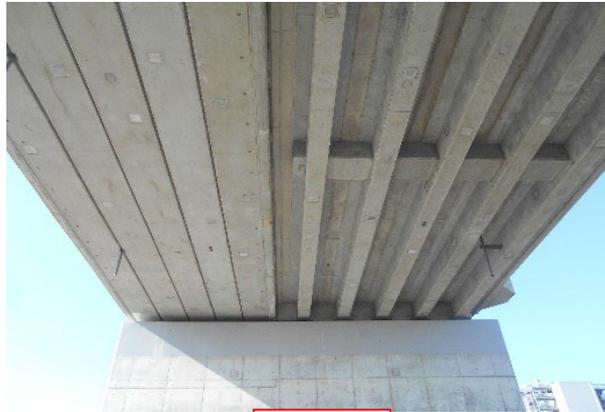
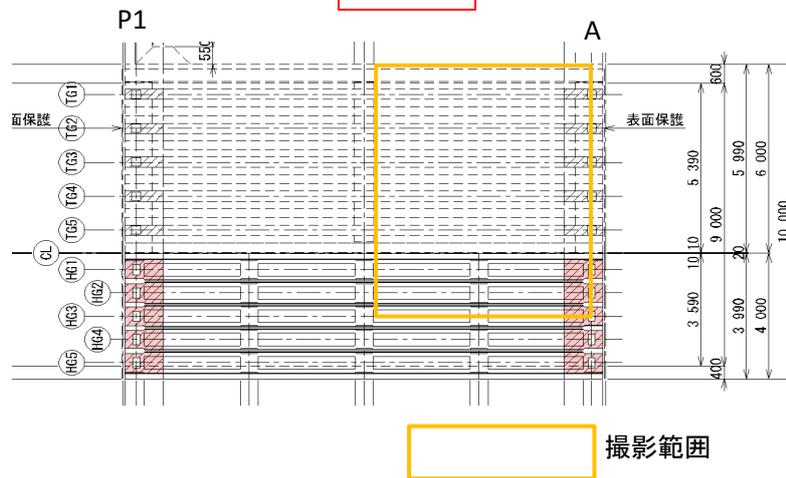


写真-7



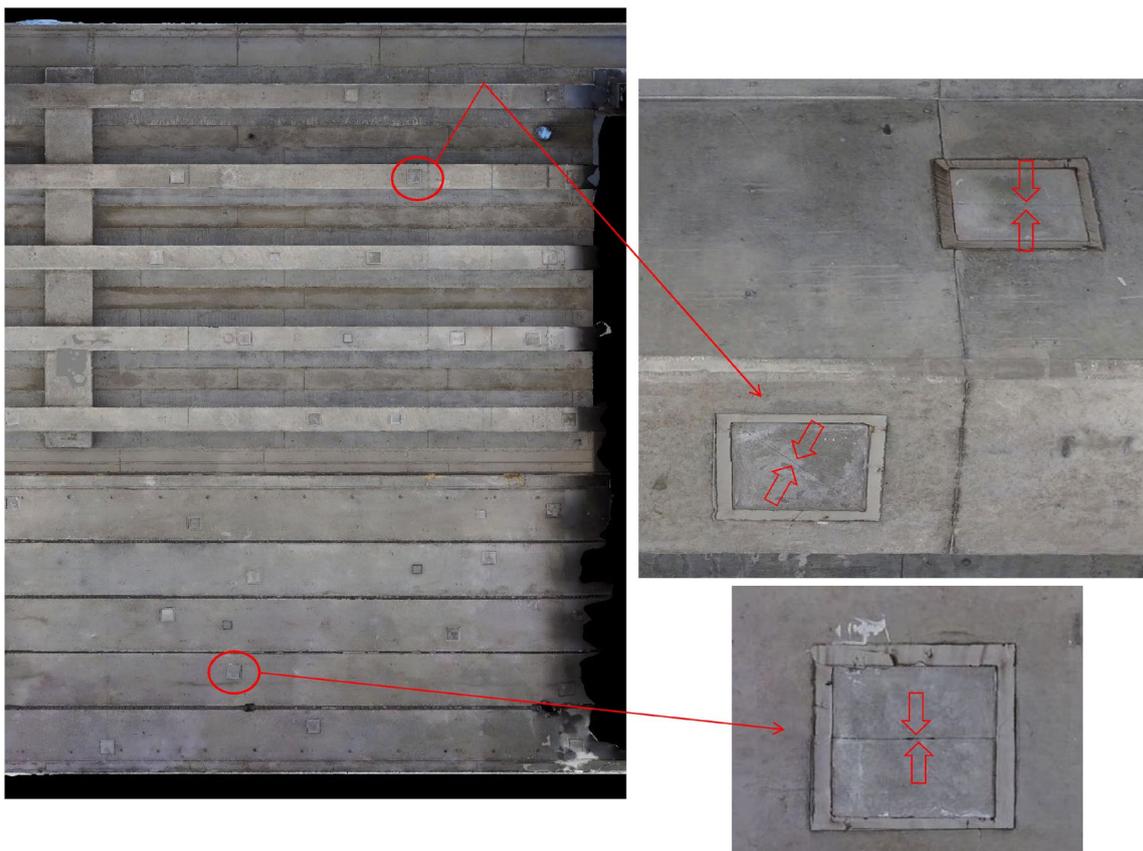
※撮影した画像(桁下面)からひびわれを確認する。(写真-6, 7)

※計測結果

PC単純プレテンT桁橋+PC単純プレテン床版橋(多主桁):桁下面



3Dデータ(P1-A2径間:コンクリート橋上部工)



オルソ画像(P1-A2径間:コンクリート橋上部工):見下げ

●コンクリート構造物劣化調査支援ソフト:「Crack Imager」(自社開発ソフト)によるひびわれ幅計測

<RCT桁橋>



Step-1:オルソ画像上でひびわれ確認

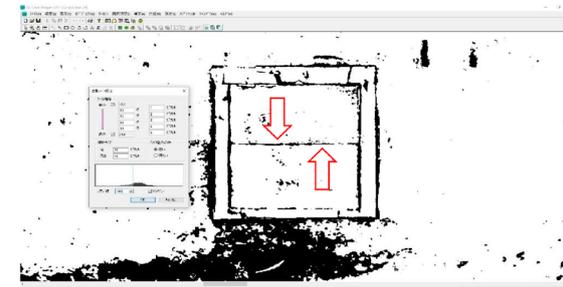
<PC床版橋>



Step-1:オルソ画像上でひびわれ確認



Step-2:二値化処理によるひびわれ抽出



Step-2:二値化処理によるひびわれ抽出



Step-3:画像上でひびわれをプロットして幅測定



Step-3:画像上でひびわれをプロットして幅測定

ひびわれ幅 凡例

<0.1	・・・0.1mm未満
0.1	・・・0.1～0.2mm未満
0.2	・・・0.2～0.3mm未満
0.3	・・・0.3～0.4mm未満
0.4	・・・0.4～0.5mm未満
>0.4	・・・0.5mm以上

技術番号 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術 開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

試験日 令和6年 1 月 12 日 天候 晴れ 気温 - °C 風速 - m/s

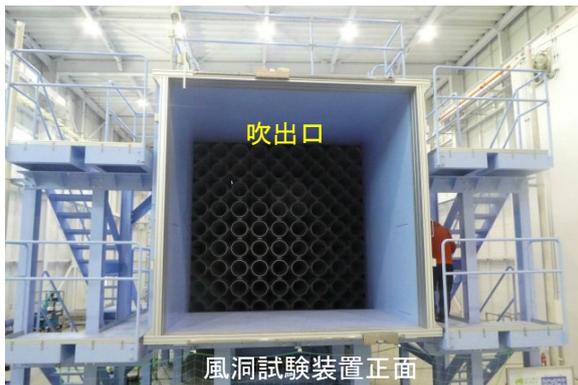
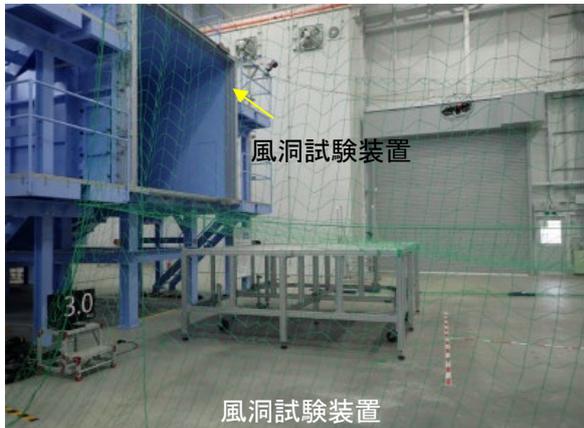
試験場所 福島ロボットテストフィールド風洞棟

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	BR010050
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

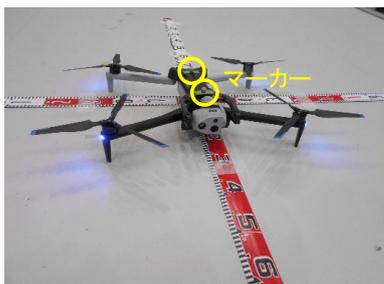


写真-1



写真-2

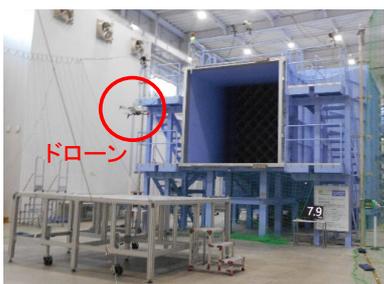


写真-3

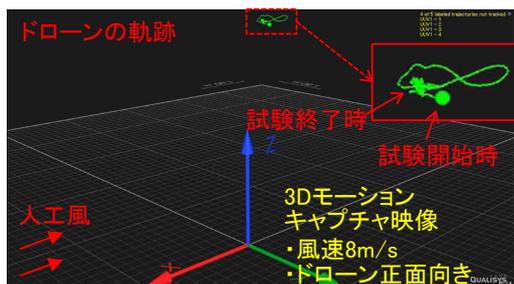


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

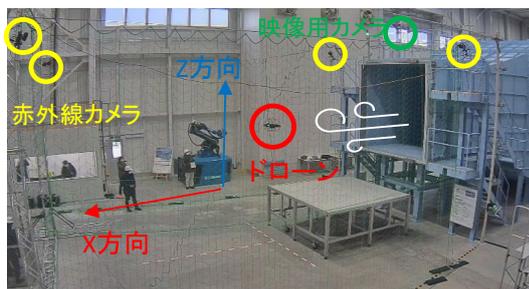


写真-5

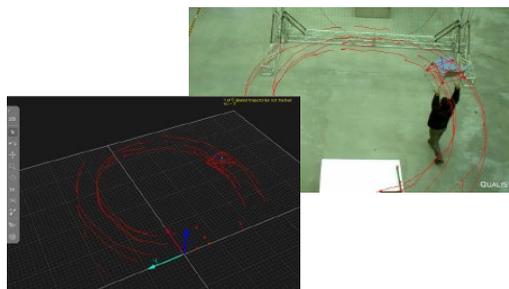


写真-6

※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

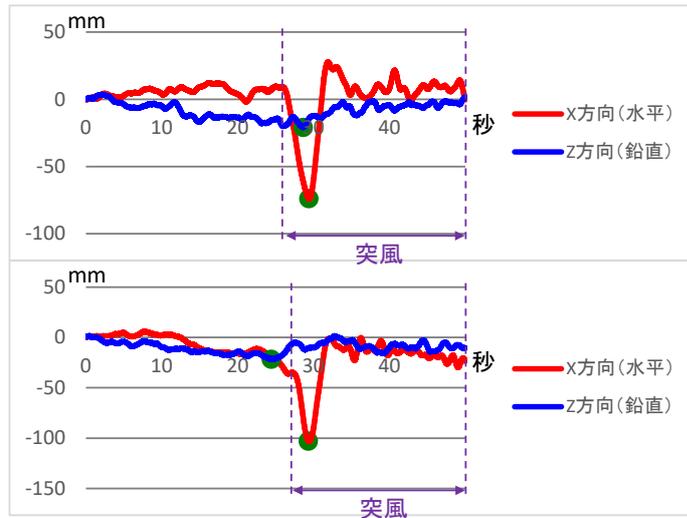
水平方向 最大移動量 7cm

鉛直方向 最大移動量 2cm

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

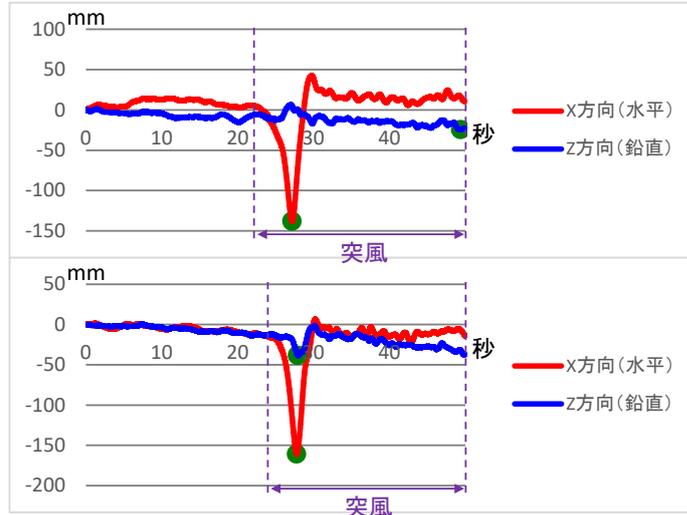
水平方向 最大移動量 14cm

鉛直方向 最大移動量 2cm

側面

水平方向 最大移動量 16cm

鉛直方向 最大移動量 4cm



風速:8.0m/s

正面

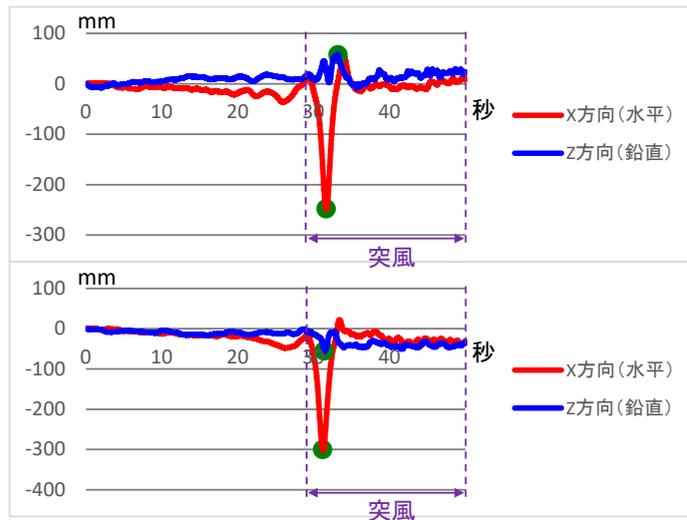
水平方向 最大移動量 25cm

鉛直方向 最大移動量 6cm

側面

水平方向 最大移動量 30cm

鉛直方向 最大移動量 6cm



技術番号 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術 開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

試験日 令和6年 1 月 10 日 天候 晴れ 気温 5.5 °C 風速 5.4 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

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



写真-1: A1橋台 (9パネル)

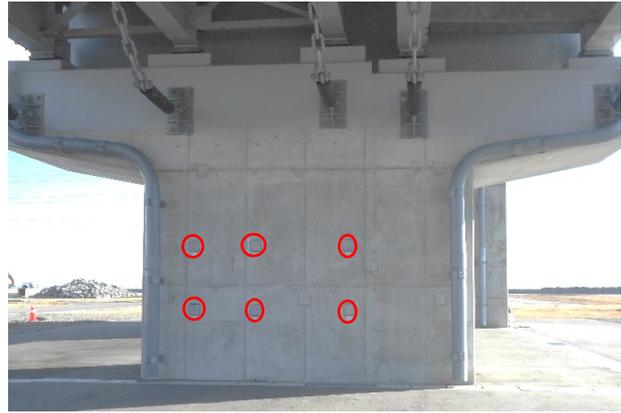


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置(写真-1))

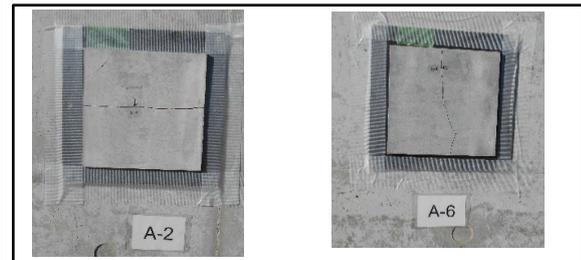
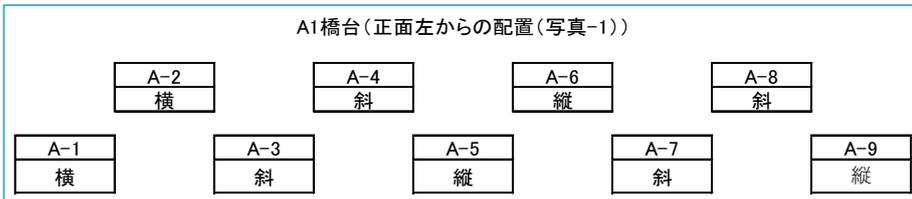
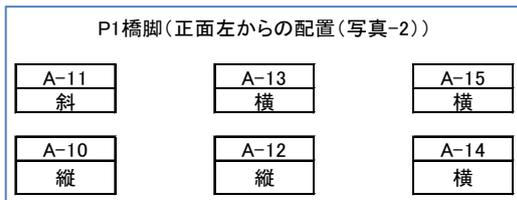


写真-3: パネル(抜粋 A-2、A-6)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))



試験方法(手順)	技術番号	BR010050
①	機器の搬入(ドローン、左上:カメラ、右上:コントローラ)(写真-4)	
②	測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(右上:April Tags配置)(写真-5)	
③	測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)	
④	測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)	
⑤	計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。	

開発者による計測機器の設置状況



写真-4

写真-5

写真-6

写真-7

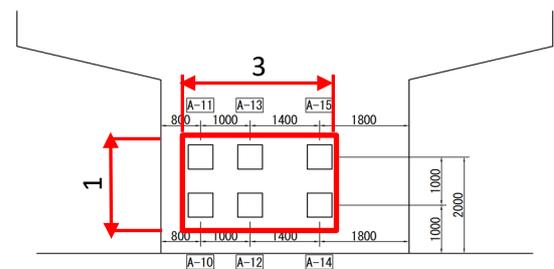
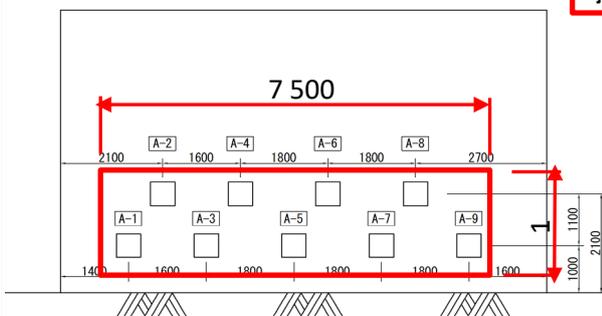
※撮影速度



A1橋台

撮影範囲

P1橋脚



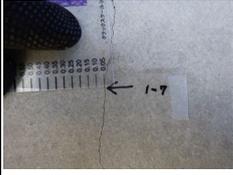
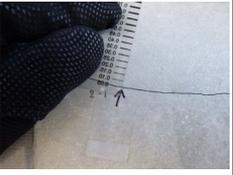
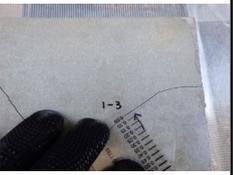
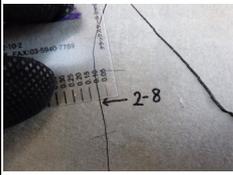
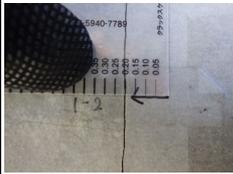
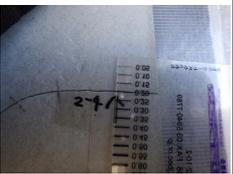
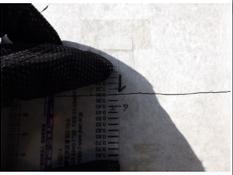
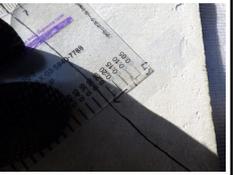
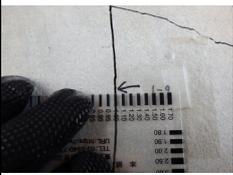
撮影面積(7.5×1.5+3.5×1.5=16.5m²)を飛行しながら移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※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

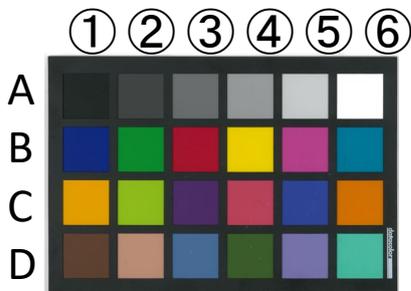


写真-8

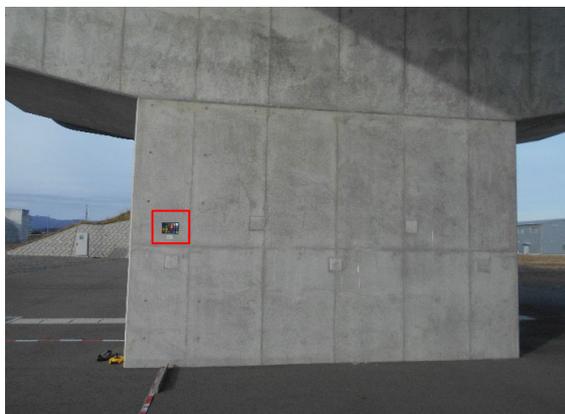


写真-9 □:K1



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: 16.5m^2 、撮影時間: A1(10分23秒)、P1(5分59秒) = 16分22秒 = 982秒(982sec)

撮影速度 = $16.5 / 982 = 0.017\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: : Sony IMX686

■被写体距離: 2.5m~3m ■照度: 6.0~63.1 kLux ■風速: 0.0~4.3 m/s

■気温: 5.5 °C

■焦点距離: 46mm(35mm換算) ■シャッター速度: A1: 1/1600~1/4300、P1: 1/260~1/1800

■絞り: f 1.8 ■ISO値: ISO100

■フォーカス: AF 46mm(35mm換算) ■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	0.1	0.1	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	0.1	0.1	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	0.3	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	0.4	0.3	0.4
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	0.90	0.9	1.0

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

※色識別性能

■カメラ名称: : Sony IMX686

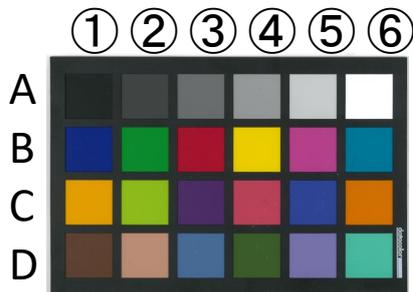
■被写体距離: 2.5m~3m m ■照度: 7.87~66.2 kLux ■風速: 0.0~4.3 m/s

■気温: 5.6 °C

■焦点距離: 46mm(35mm換算) ■シャッター速度: K1: 1/3300、K2: 1/300

■絞り: f 1.8 ■ISO値: ISO100

■フォーカス: AF 46mm(35mm換算) ■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	43	41	43	43	51
A-2	80	67	80	70	78	77
A-3	122	108	118	108	116	116
A-4	161	143	157	143	154	151
A-5	202	186	198	186	195	194
A-6	249	208	242	207	238	215
B-1	25	40	55	64	135	136
B-2	57	51	146	129	64	71
B-3	186	167	26	12	51	60
B-4	245	201	205	172	0	9
B-5	192	170	75	62	145	137
B-6	0	17	127	128	159	157
C-1	238	194	158	30	25	24
C-2	157	137	188	160	54	56
C-3	83	99	58	55	106	108
C-4	195	173	79	52	95	93
C-5	58	64	88	90	159	151
C-6	222	181	118	87	32	28
D-1	112	101	76	60	60	58
D-2	197	174	145	128	125	128
D-3	87	81	120	116	155	148
D-4	82	65	106	82	60	50
D-5	126	119	125	118	174	160
D-6	98	86	187	165	166	159

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	31	43	43
A-2	80	67	80	66	78	72
A-3	122	102	118	103	116	108
A-4	161	136	157	135	154	144
A-5	202	181	198	181	195	191
A-6	249	207	242	206	238	214
B-1	25	27	55	53	135	128
B-2	57	45	146	123	64	63
B-3	186	163	26	1	51	51
B-4	245	201	205	170	0	1
B-5	192	165	75	59	145	133
B-6	0	10	127	123	159	155
C-1	238	192	158	125	25	12
C-2	157	136	188	158	54	49
C-3	83	83	58	43	106	95
C-4	195	171	79	50	95	89
C-5	58	52	88	77	159	141
C-6	222	175	118	75	32	16
D-1	112	94	76	54	60	54
D-2	197	173	145	125	125	123
D-3	87	72	120	106	155	141
D-4	82	59	106	78	60	48
D-5	126	114	125	112	174	161
D-6	98	79	187	162	166	154

※色識別性能

■カメラ名称: : Sony IMX686

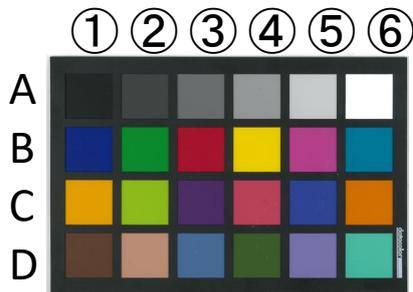
■被写体距離: 3 m ■照度: 7.87~66.2 kLux ■風速: 0.0~4.3 m/s

■気温: 5.6 °C

■焦点距離: 46mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 1.8 ■ISO値: オート

■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	51	41	52	43	57
A-2	80	74	80	75	78	80
A-3	122	108	118	111	116	120
A-4	161	149	157	153	154	164
A-5	202	173	198	180	195	190
A-6	249	196	242	203	238	211
B-1	25	25	55	64	135	141
B-2	57	54	146	127	64	54
B-3	186	162	26	20	51	48
B-4	245	203	205	171	0	1
B-5	192	163	75	68	145	138
B-6	0	1	127	128	159	157
C-1	238	195	158	130	25	2
C-2	157	138	188	159	54	4
C-3	83	94	58	56	106	113
C-4	195	171	79	60	95	92
C-5	58	46	88	89	159	155
C-6	222	183	118	92	32	3
D-1	112	105	76	68	60	60
D-2	197	168	145	125	125	117
D-3	87	74	120	114	155	149
D-4	82	71	106	85	60	50
D-5	126	115	125	121	174	169
D-6	98	88	187	173	166	165

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	45	41	45	43	55
A-2	80	64	80	66	78	79
A-3	122	96	118	98	116	111
A-4	161	139	157	141	154	153
A-5	202	170	198	174	195	185
A-6	249	187	242	191	238	203
B-1	25	27	55	59	135	136
B-2	57	51	146	119	64	58
B-3	186	158	26	17	51	49
B-4	245	183	205	154	0	1
B-5	192	158	75	56	145	130
B-6	0	2	127	117	159	148
C-1	238	192	158	120	25	2
C-2	157	138	188	161	54	8
C-3	83	74	58	45	106	103
C-4	195	161	79	47	95	85
C-5	58	42	88	84	159	158
C-6	222	168	118	75	32	8
D-1	112	88	76	53	60	59
D-2	197	162	145	122	125	125
D-3	87	64	120	97	155	138
D-4	82	61	106	76	60	53
D-5	126	111	125	118	174	172
D-6	98	79	187	177	166	164

技術番号	BR010050		
技術名	自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術	開発者名	KDDIスマートドローン株式会社
試験日	令和6年 1 月 10 日	天候	晴れ
		気温	5.7 °C
		風速	4.5 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。

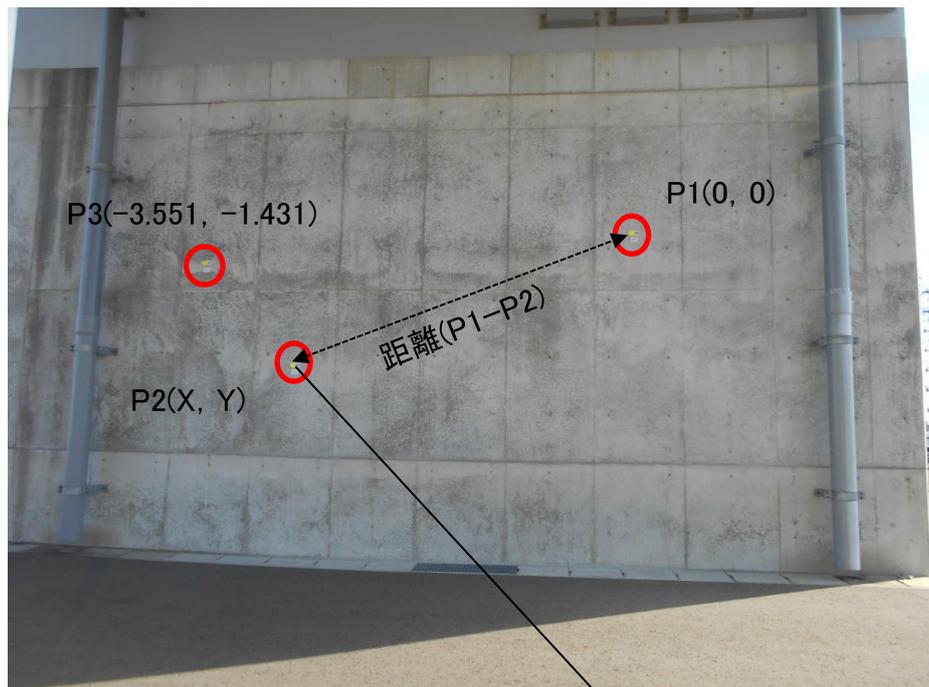


写真-1



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

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4

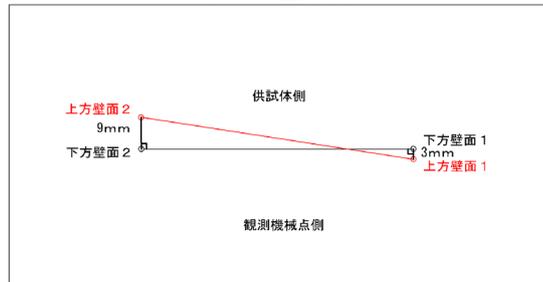


写真-5

※長さ計測精度/位置精度

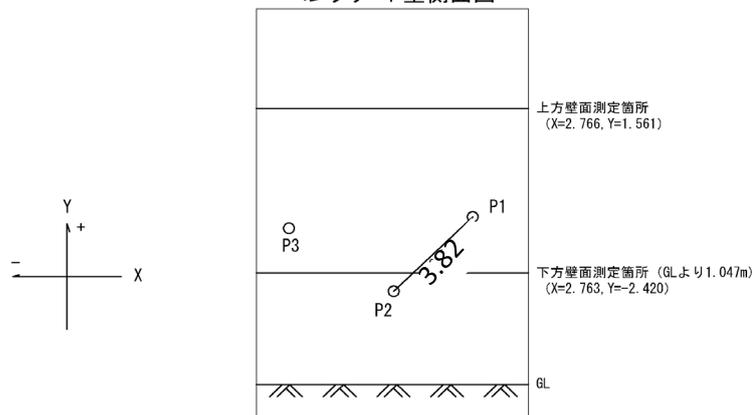
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※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: 3.5m~4m ■照度: 6.0~62.4 kLux ■風速: 0.0~4.5 m/s

■気温: 5.7 °C

■焦点距離: 46mm(35mm換算) ■シャッター速度: 1/260~1/1800

■絞り: f 1.8 ■ISO値: ISO100

■フォーカス: AF 46mm(35mm換算) ■画像Pixel数: 9248x6944

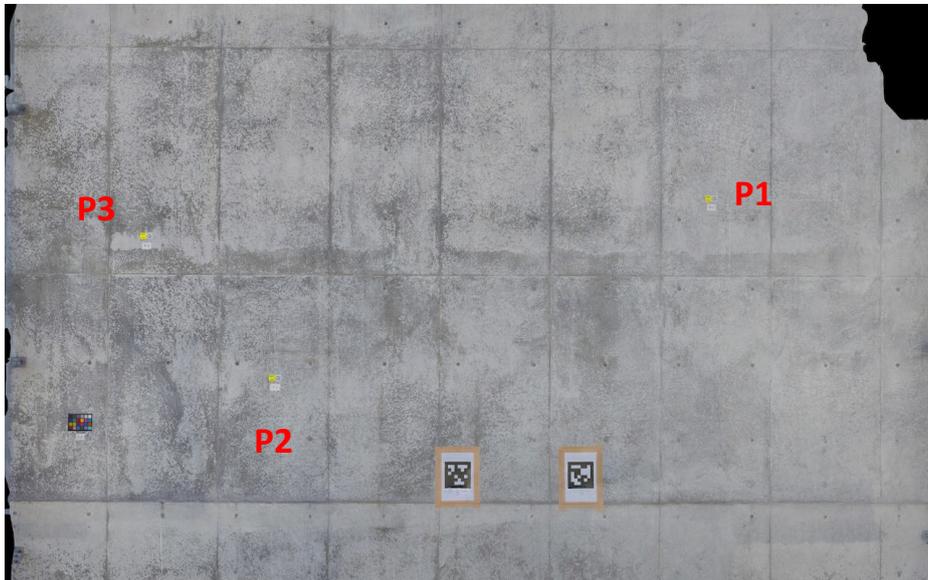


写真-6 オルソ画像

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	-3.546	-0.005	-1.431	-1.417	-0.014	3.828	3.820	99.8%
P3	-4.606	-4.593	/	-0.314	-0.294	/	/	/	/

技術番号	BR010050						
技術名	自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術				開発者名	KDDIスマートドローン株式会社	
試験日	令和6年 1 月 10 日	天候	晴れ	気温	5.8 °C	風速	3.3 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験	

試験で確認する カタログ項目	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

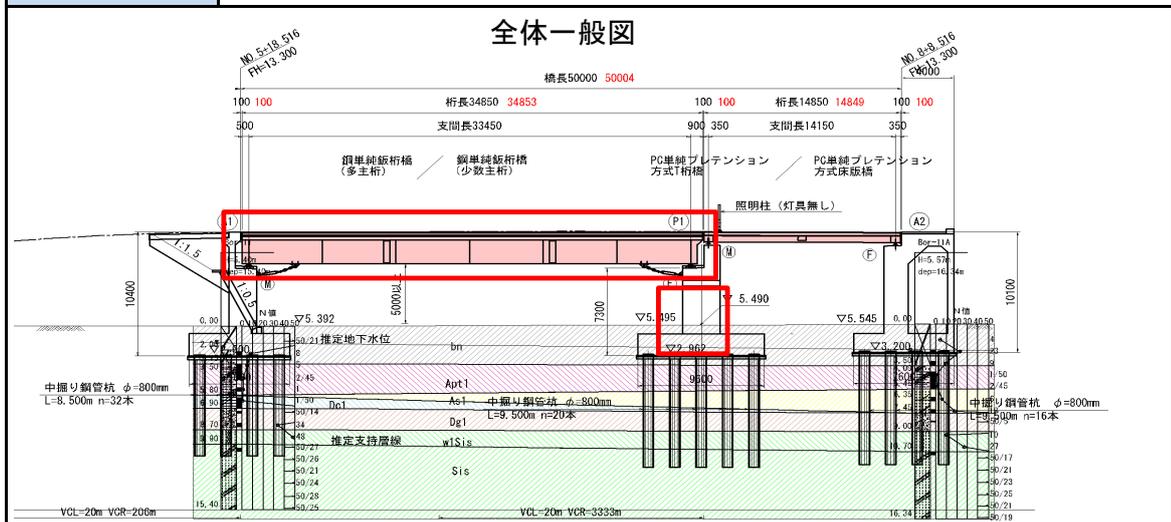


写真-1 全体写真

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	BR010050
① 機器の搬入(ドローン、左上:カメラ、右上: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: 1m

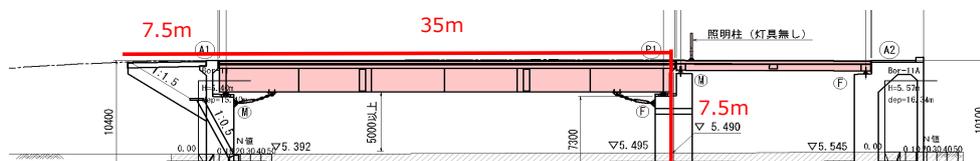
風速: 3.3m/s

停止飛行時: 水平移動無し

ホバリング: 60秒間



※可動範囲: 50m(飛行距離: 50m(=7.5+35+7.5))

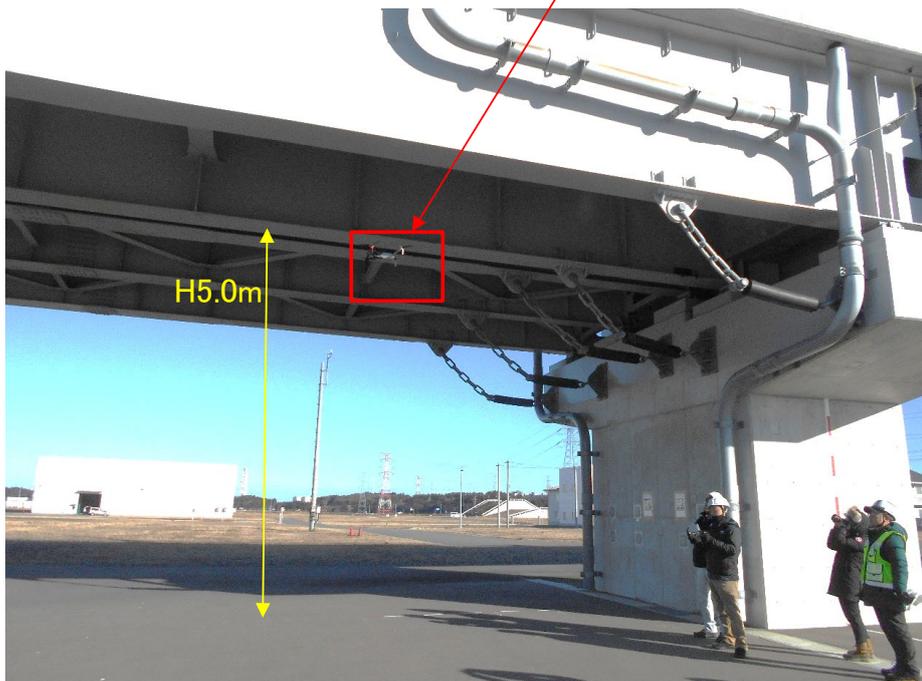
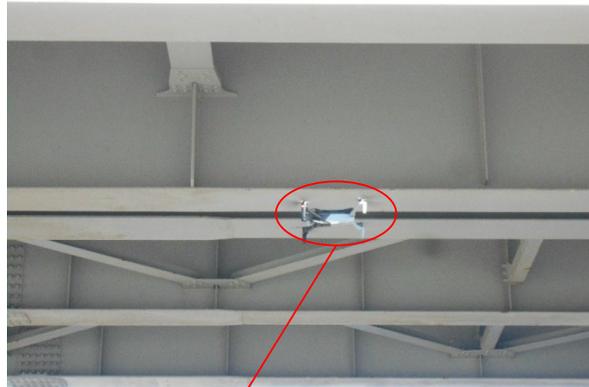


※進入可能性能

<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 BR010050

技術名 自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術 開発者名 KDDIスマートドローン株式会社

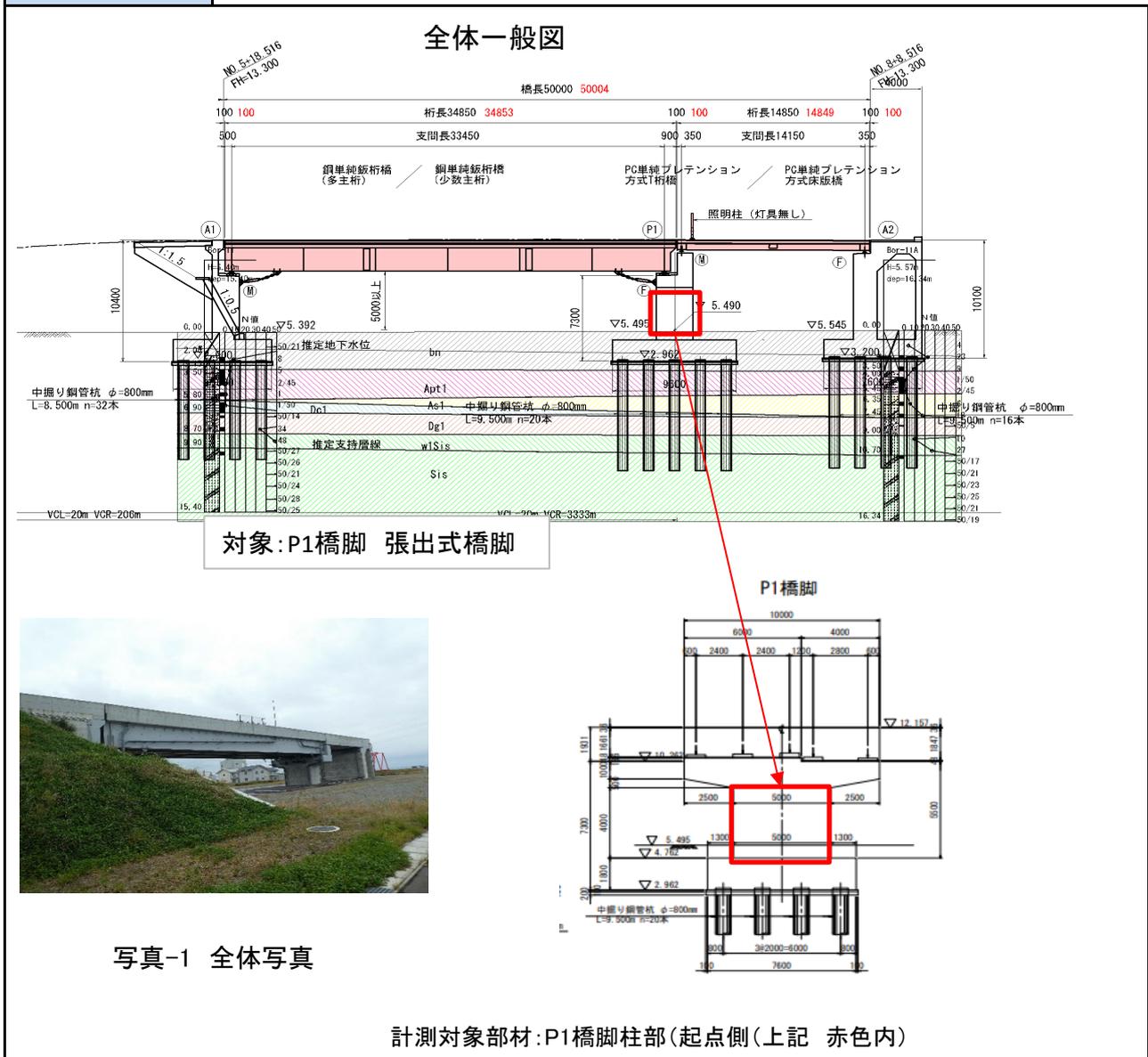
試験日 令和6年 1 月 10 日 天候 晴れ 気温 6.1 °C 風速 3.8 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要



- ① 機器の搬入(ドローン、左上:カメラ、右上:コントローラ)(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれを確認する。

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: 3 ~ 4m ■照度: 8.01 ~ 69.3 kLux ■風速: 0.0 ~ 3.8 m/s

■気温: 6.1 °C

■焦点距離: 46mm(35mm換算) ■シャッター速度: 1/260 ~ 1/1800

■絞り: f 1.8 ■ISO値: ISO100

■フォーカス: AF 46mm(35mm換算) ■画像Pixel数: 9248x6944

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

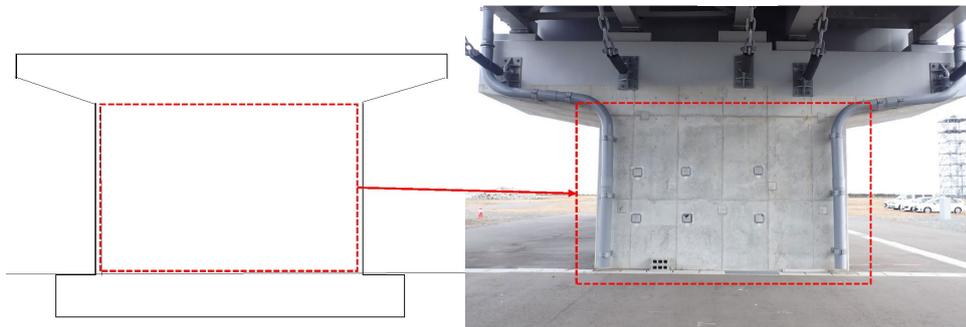


写真-6

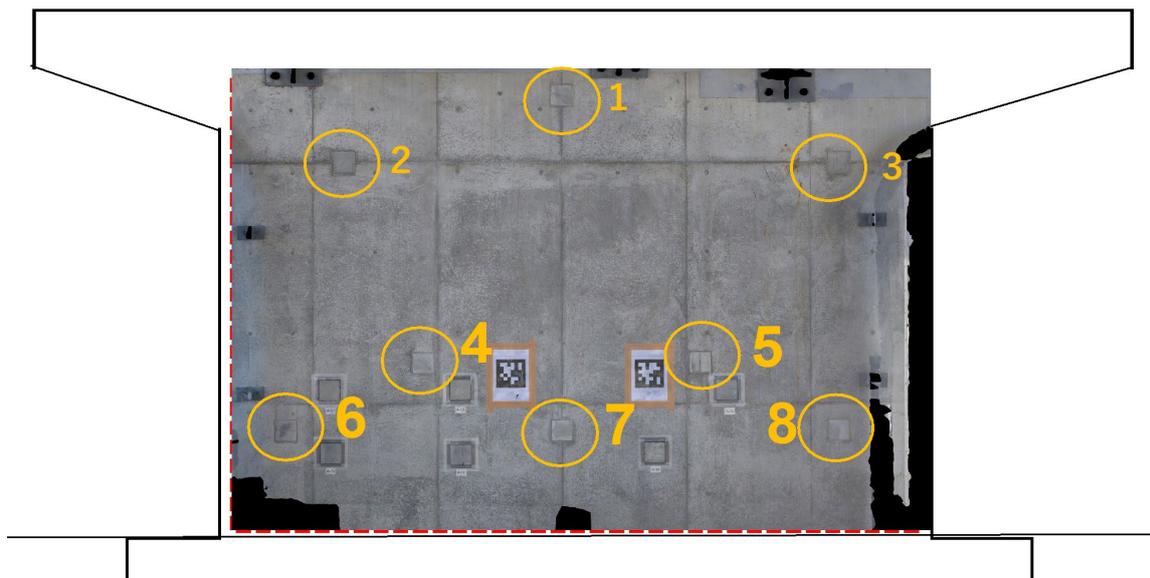
※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))(写真-6)からひびわれを確認する。

※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ(8箇所の埋め込み模擬版のひびわれ)



P1柱部



測定値 (最小) 単位: mm

①	0.1
②	0.5
③	0.1
④	0.3
⑤	0.8
⑥	0.4
⑦	0.2
⑧	0.1