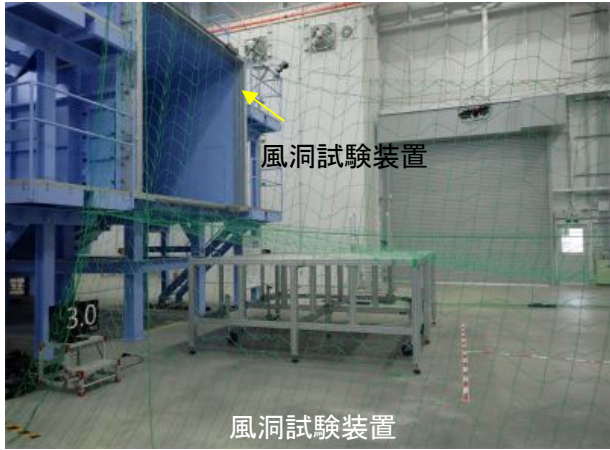


技術番号		BR010085				機種		SIVION-Wing			
技術名		非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術				開発者名		Accuver 株式会社			
試験日		令和6年 12 月 20 日		天候	晴	気温	9.4	℃	風速	-	m/s
試験場所		福島ロボットテストフィールド風洞棟									
カタログ分類		画像計測技術		カタログ	検出項目	ひびわれ		試験区分	標準試験		

試験で確認する カタログ項目	安定性能(人工風)
-------------------	-----------

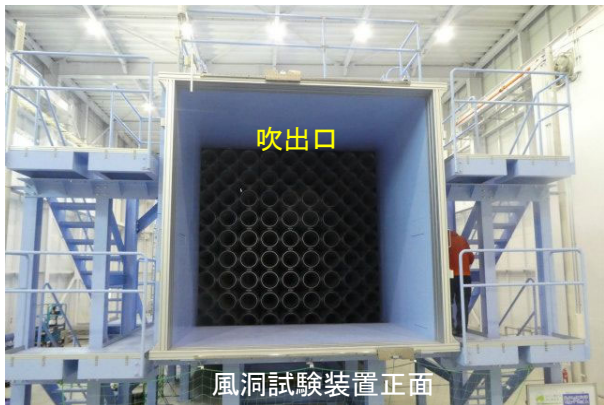
対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟



風洞棟仕様

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



一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

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

開発者による計測機器の設置状況



写真-1

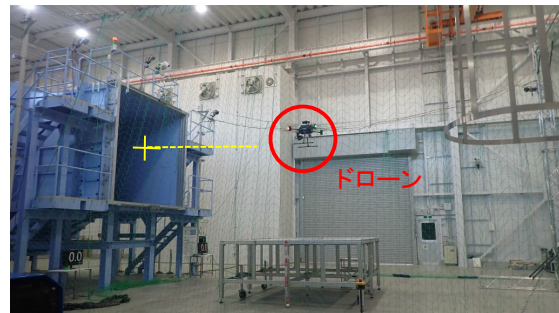


写真-2



写真-3

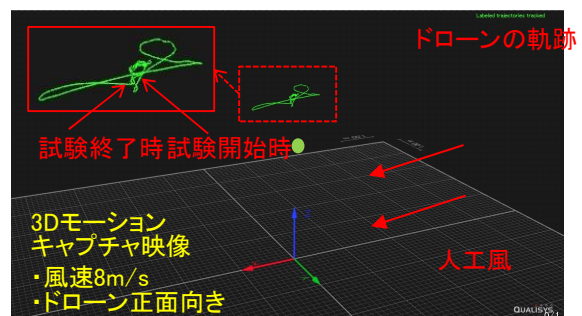


写真-4

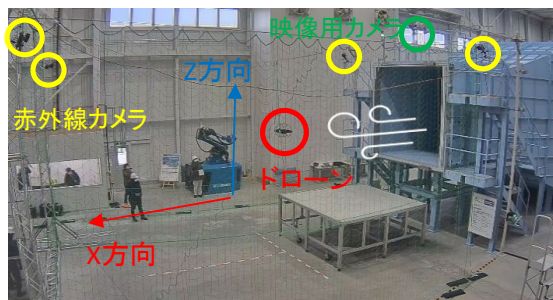
比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

写真-5

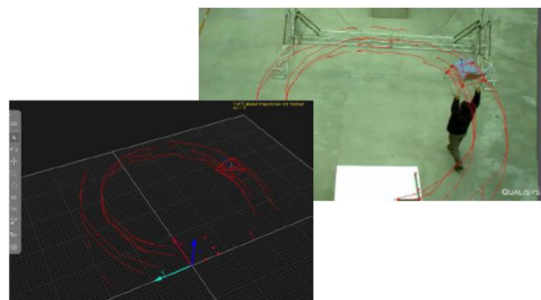


写真-6

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

計測したドローンの移動量は以下のように整理した(図-1)

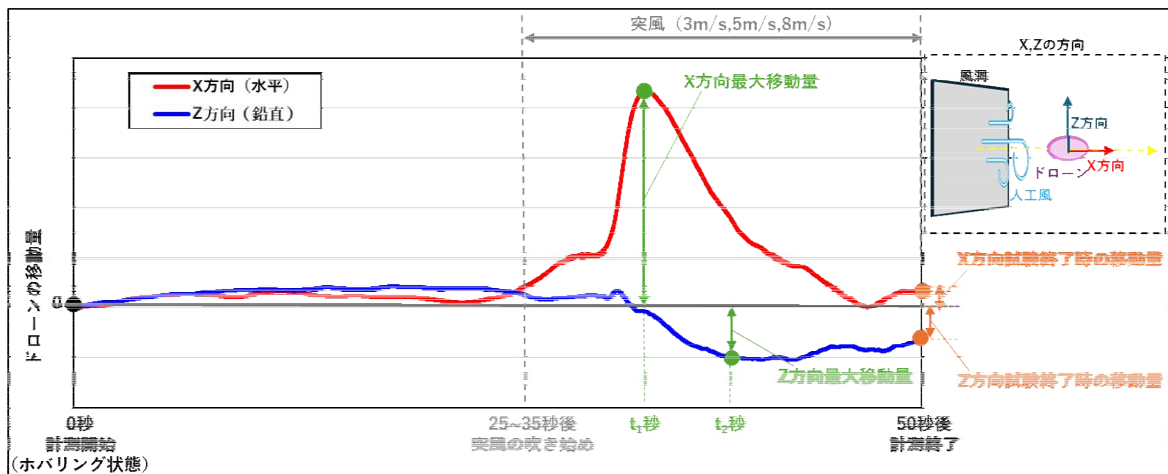


図-1

ドローンに当てた人工風の風速のイメージを示す(図-2)

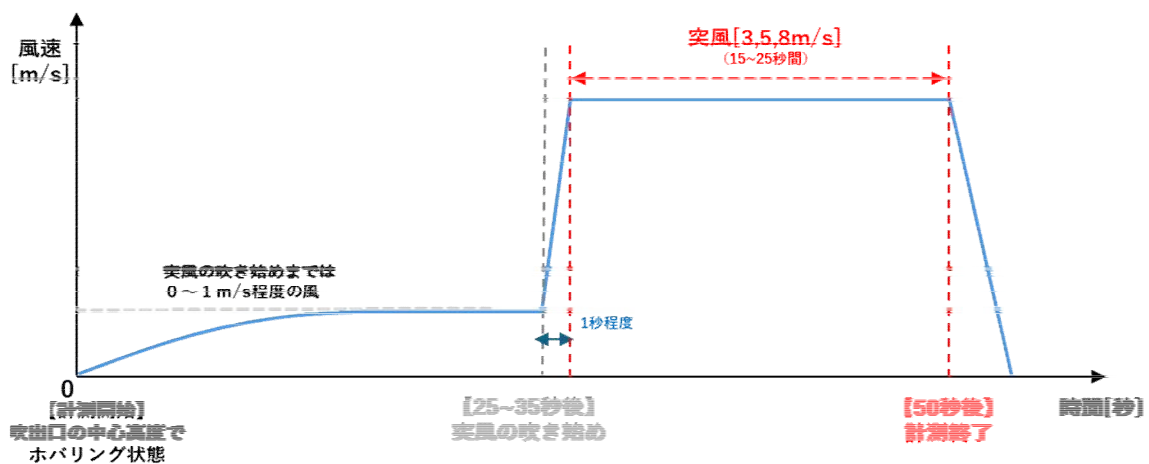


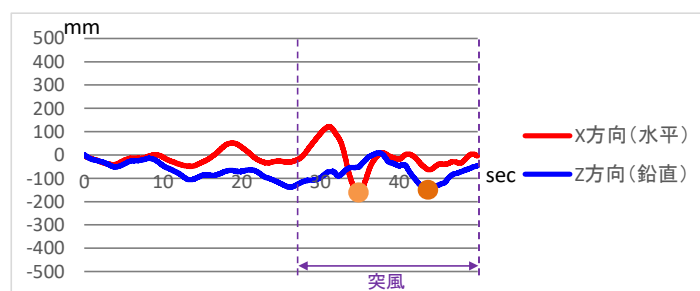
図-2

※安定性能

風速:3.0m/s

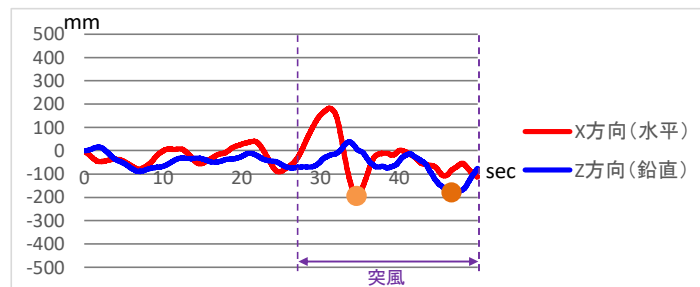
正面

水平方向 最大移動量	160 mm
試験終了時の移動量	4 mm
鉛直方向 最大移動量	148 mm
試験終了時の移動量	45 mm



側面

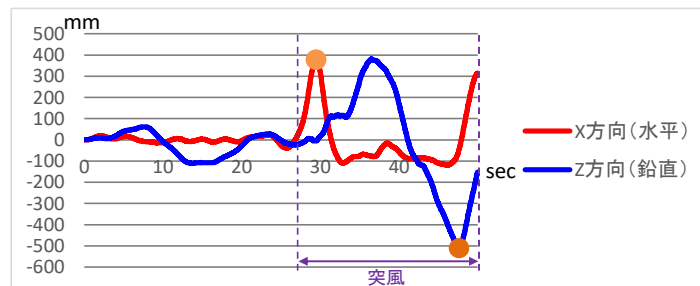
水平方向 最大移動量	193 mm
試験終了時の移動量	114 mm
鉛直方向 最大移動量	178 mm
試験終了時の移動量	76 mm



風速:5.0m/s

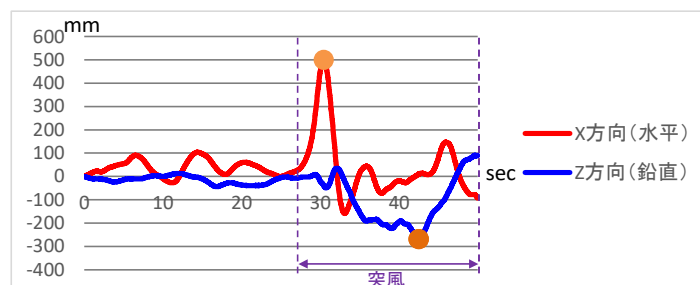
正面

水平方向 最大移動量	379 mm
試験終了時の移動量	315 mm
鉛直方向 最大移動量	511 mm
試験終了時の移動量	152 mm



側面

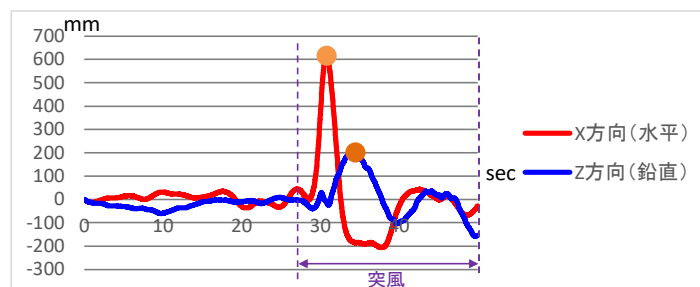
水平方向 最大移動量	500 mm
試験終了時の移動量	93 mm
鉛直方向 最大移動量	268 mm
試験終了時の移動量	90 mm



風速:8.0m/s

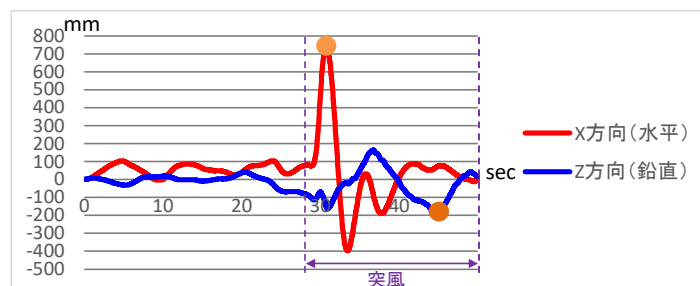
正面

水平方向 最大移動量	617 mm
試験終了時の移動量	29 mm
鉛直方向 最大移動量	202 mm
試験終了時の移動量	154 mm



側面

水平方向 最大移動量	746 mm
試験終了時の移動量	0 mm
鉛直方向 最大移動量	178 mm
試験終了時の移動量	17 mm



技術番号	BR010085
------	----------

SIVION-Wing_35mm

技術名	非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術	開発者名	Accuver 株式会社
-----	-----------------------------------	------	--------------

試験日	令和6年 12 月 20 日	天候	晴れ	気温	7.7 °C	風速	5.6 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	---------

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

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

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

対象構造物の概要

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

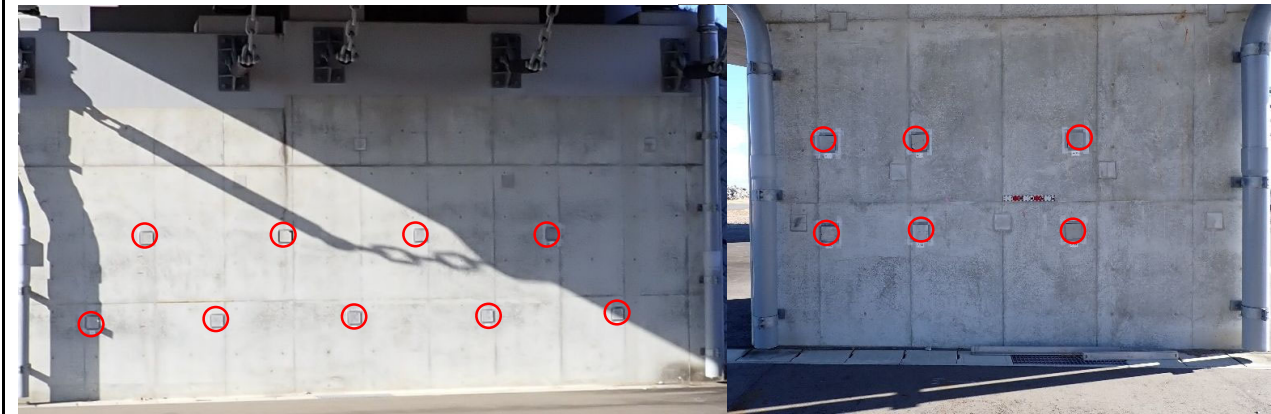


写真-1:A1橋台(9パネル)

写真-2:P1橋脚(起点側)(6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置(写真-1))

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

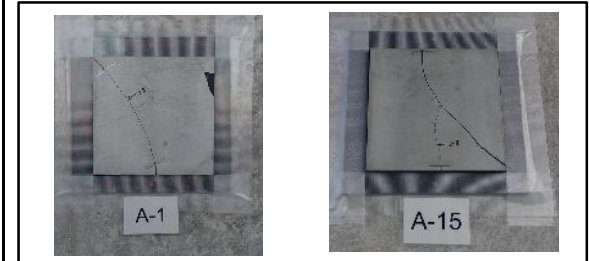


写真-3:パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))

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

試験方法(手順)	技術番号	BR010085
①	機器の搬入(ドローン、カメラ(35mm)、コントローラ)(写真-4)	
②	測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)	
③	測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)	
④	測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)	
⑤	計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。	

開発者による計測機器の設置状況

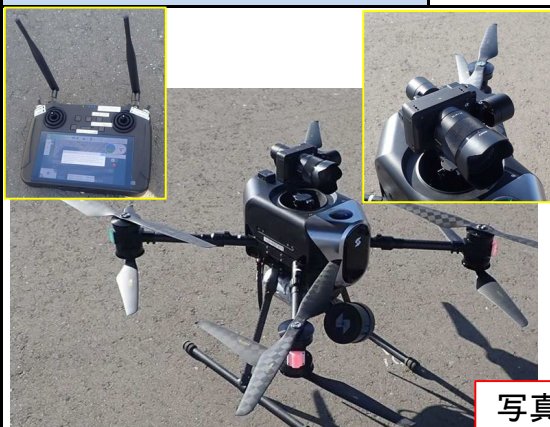


写真-4



写真-5

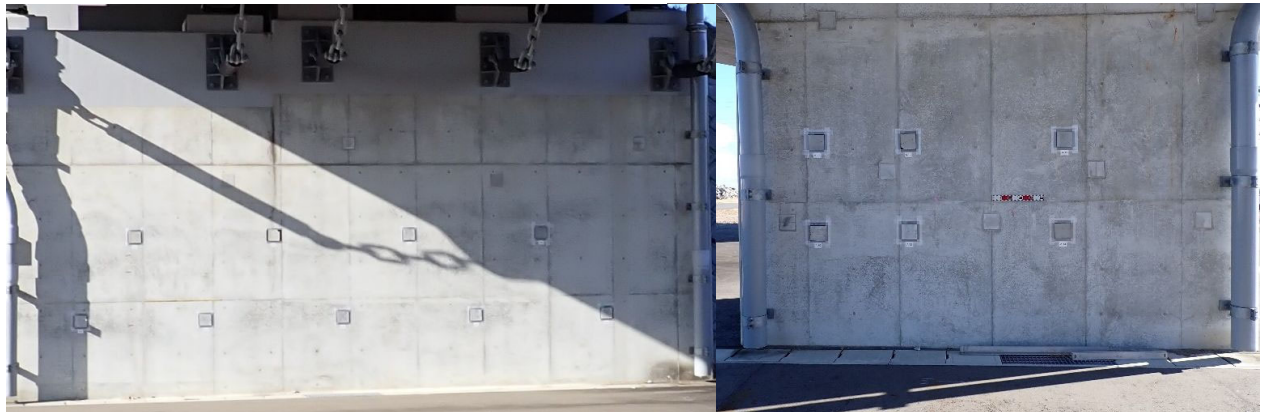


写真-6



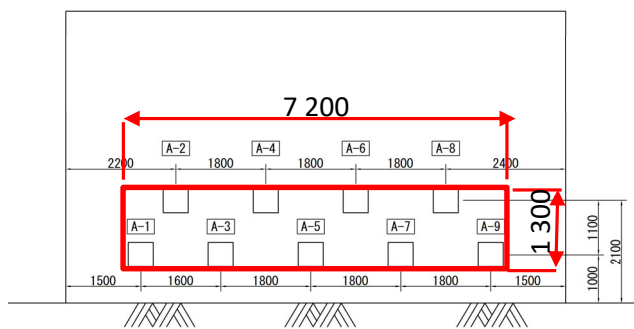
写真-7

※撮影速度

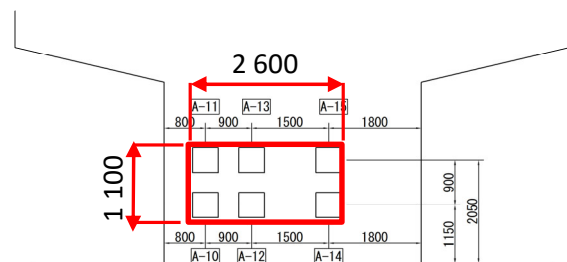


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



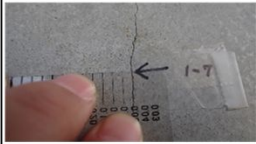
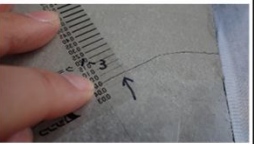
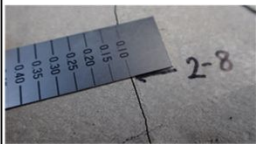
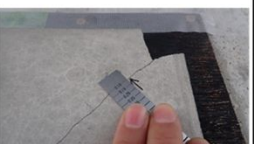
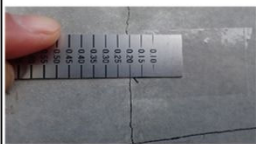
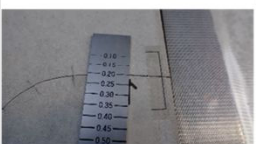
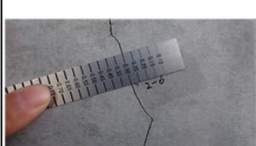
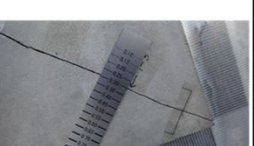
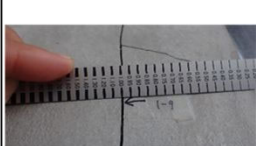
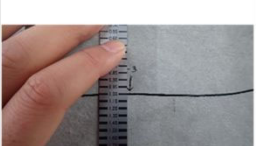
撮影面積($7.2 \times 1.3 + 2.6 \times 1.1 = 12.22\text{m}^2$)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

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

※色識別性能

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

配置はP1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所



写真-8



写真-9 □:K1



写真-10 □:K2

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

※撮影速度

撮影面積: 12.22m^2 、撮影時間: A1(1分6秒)、P1(47秒) = 1分53秒 = 113秒(113sec)

撮影速度 = $12.22 / 113 = 0.108\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 4m ■照度: 4.06~62.3 kLux ■風速: 0.0~4.6 m/s

■気温: 7.7 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/3200秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160

チャート番号	A-14	A-2	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.10	0.08	0.10

最小ひびわれ幅: 0.08mm

チャート番号	A-15	A-10	A-4
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.16	0.14	0.18

チャート番号	A-9	A-11	A-1
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.23	0.26	0.24

チャート番号	A-7	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.24	0.25	0.38

チャート番号	A-6	A-3	A-13
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.09	1.05	0.97

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

※色識別性能

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 5m ■照度: 32.9~51.4 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 7.7 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/800~1/1250秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160



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	20	41	22	43	24
A-2	80	49	80	51	78	50
A-3	122	81	118	83	116	82
A-4	161	122	157	124	154	123
A-5	202	159	198	161	195	160
A-6	249	191	242	193	238	192
B-1	25	17	55	40	135	120
B-2	57	36	146	105	64	38
B-3	186	131	26	28	51	35
B-4	245	191	205	152	0	0
B-5	192	139	75	60	145	106
B-6	0	5	127	99	159	129
C-1	238	189	158	107	25	5
C-2	157	111	188	139	54	17
C-3	83	53	58	33	106	68
C-4	195	143	79	48	95	64
C-5	58	31	88	59	159	133
C-6	222	173	118	62	32	7
D-1	112	67	76	39	60	33
D-2	197	151	145	108	125	95
D-3	87	49	120	83	155	118
D-4	82	43	106	60	60	24
D-5	126	92	125	96	174	144
D-6	98	75	187	151	166	140

K1: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	13	41	14	43	16
A-2	80	43	80	45	78	44
A-3	122	82	118	84	116	81
A-4	161	126	157	128	154	125
A-5	202	165	198	165	195	165
A-6	249	194	242	196	238	195
B-1	25	7	55	33	135	126
B-2	57	31	146	114	64	34
B-3	186	140	26	17	51	29
B-4	245	195	205	154	0	0
B-5	192	146	75	58	145	108
B-6	0	2	127	101	159	133
C-1	238	199	158	112	25	1
C-2	157	118	188	149	54	9
C-3	83	53	58	28	106	70
C-4	195	152	79	45	95	66
C-5	58	26	88	58	159	133
C-6	222	177	118	64	32	4
D-1	112	66	76	33	60	23
D-2	197	160	145	112	125	98
D-3	87	46	120	85	155	124
D-4	82	42	106	60	60	20
D-5	126	93	125	97	174	144
D-6	98	71	187	153	166	141

※色識別性能

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 5m ■照度: 5.83~7.78 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 7.7 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/800~1/1250秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160



立会者撮影



K2: 開発者撮影画



K2: オルソ画像

K2: 計測比較

K2: 開発者撮影画

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	27	41	27	43	27
A-2	80	46	80	48	78	47
A-3	122	76	118	77	116	79
A-4	161	114	157	118	154	121
A-5	202	148	198	152	195	156
A-6	249	177	242	185	238	190
B-1	25	20	55	35	135	100
B-2	57	39	146	98	64	44
B-3	186	122	26	28	51	36
B-4	245	176	205	147	0	10
B-5	192	135	75	61	145	104
B-6	0	14	127	98	159	131
C-1	238	174	158	98	25	23
C-2	157	98	188	127	54	24
C-3	83	52	58	33	106	66
C-4	195	136	79	49	95	66
C-5	58	34	88	57	159	127
C-6	222	168	118	67	32	22
D-1	112	62	76	37	60	35
D-2	197	138	145	99	125	92
D-3	87	46	120	81	155	118
D-4	82	45	106	59	60	33
D-5	126	89	125	93	174	141
D-6	98	71	187	149	166	142

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	1
A-2	80	3	80	3	78	3
A-3	122	40	118	38	116	40
A-4	161	101	157	98	154	110
A-5	202	175	198	189	195	190
A-6	249	222	242	226	238	231
B-1	25	0	55	2	135	70
B-2	57	1	146	61	64	2
B-3	186	126	26	1	51	1
B-4	245	219	205	168	0	2
B-5	192	154	75	11	145	77
B-6	0	2	127	64	159	128
C-1	238	215	158	63	25	1
C-2	157	72	188	128	54	1
C-3	83	9	58	1	106	17
C-4	195	154	79	6	95	20
C-5	58	1	88	10	159	121
C-6	222	199	118	18	32	1
D-1	112	14	76	2	60	2
D-2	197	144	145	65	125	58
D-3	87	8	120	38	155	99
D-4	82	4	106	14	60	3
D-5	126	46	125	52	174	148
D-6	98	23	187	166	166	146

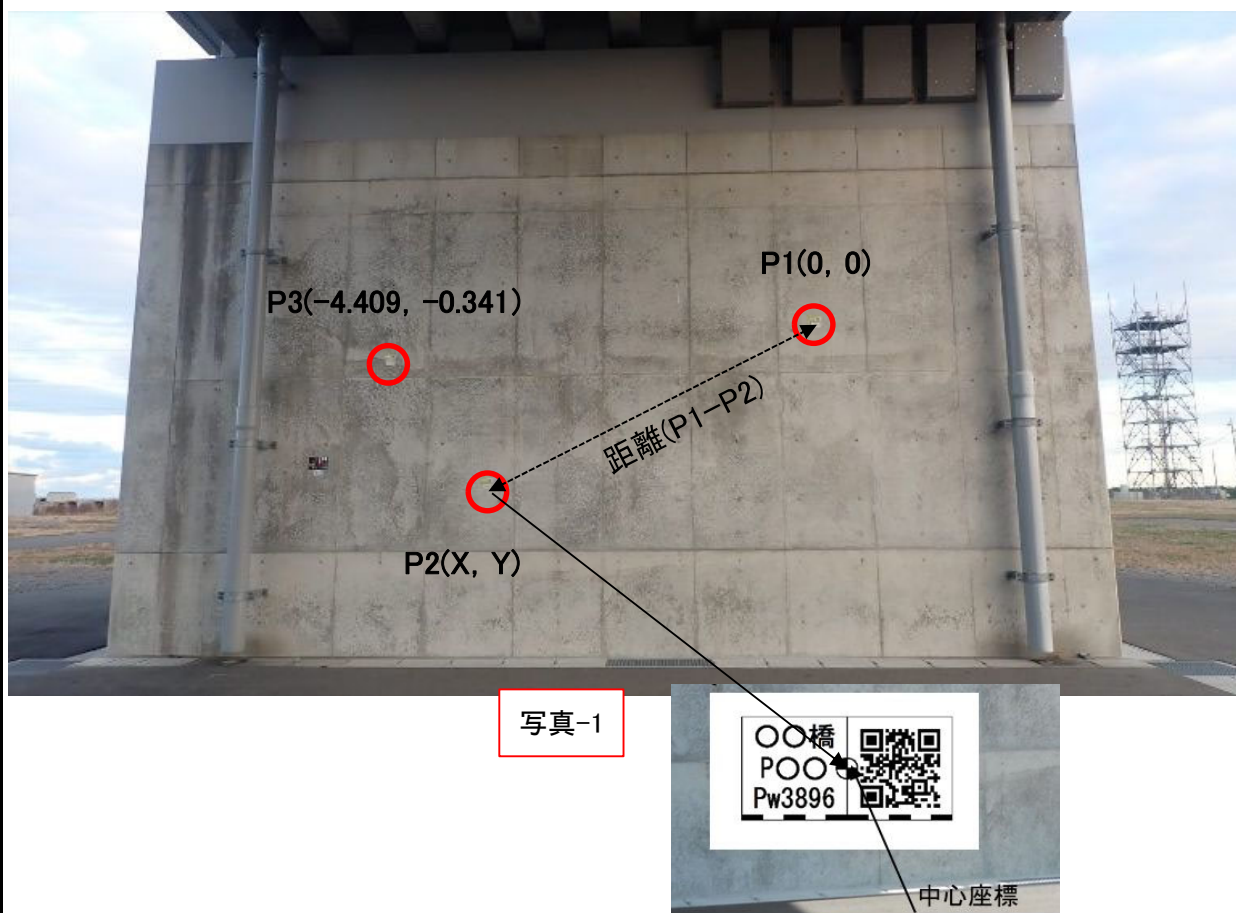
技術番号		BR010085			SIVION-Wing_35mm								
技術名		非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術			開発者名		Accuver 株式会社						
試験日		令和6年 12 月 20 日		天候	晴れ		気温	7.7 °C	風速	5.6 m/s			
試験場所		福島ロボットテストフィールド											
カタログ分類		画像計測技術		カタログ		検出項目		ひびわれ		試験区分		標準試験	

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

対象構造物の概要

※検証試験体

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



試験方法(手順)	技術番号	BR010085
①	機器の搬入(ドローン、カメラ(35mm)、コントローラ)(写真-2)	
②	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-3)	
③	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)	
④	撮影状況:A2橋台のマーカ―(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)	
⑤	後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。	

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3

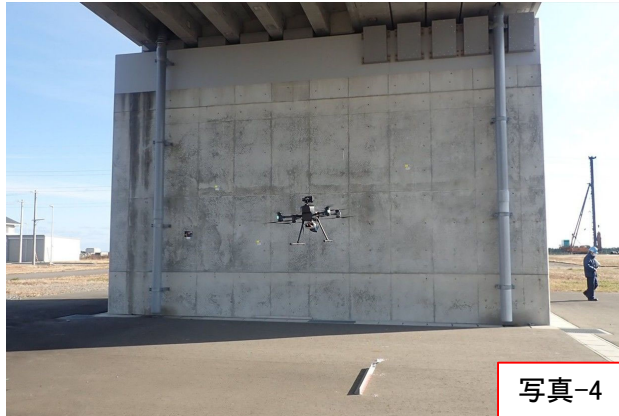


写真-4

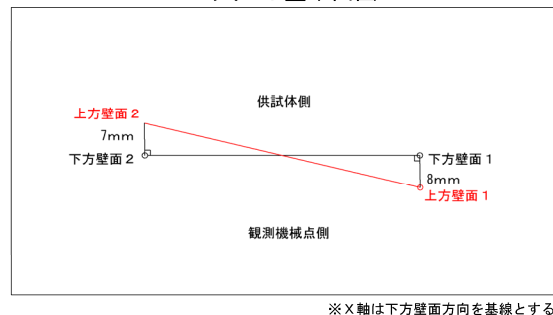


写真-5

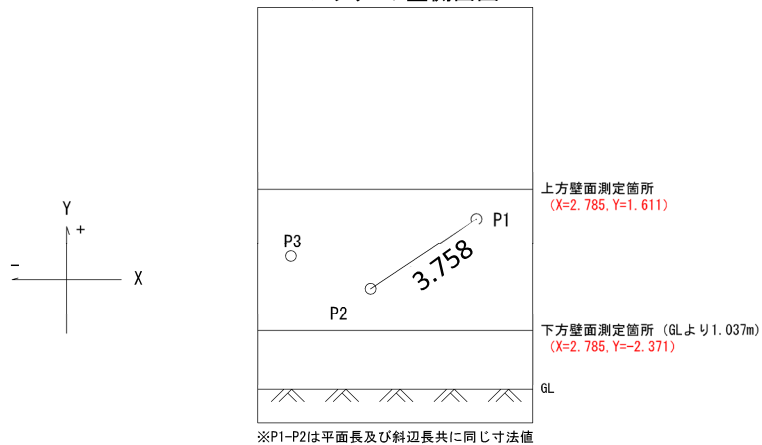
※長さ計測精度/位置精度

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

コンクリート壁平面図



コンクリート壁側面図



コンクリート壁マーカース座標値

点 名	X 座 標	Y 座 標	Z 座 標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-3.376	-1.651	0.001
P3	-4.409	-0.341	-0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 5m ■照度: 5.83~7.78 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 7.7 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/800~1/1250秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160



写真-6 オルソ画像

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標			Y座標			距離 (P1-P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度
P1	0.000	0.000		0.000	0.000				
P2	-3.376	-3.323	-0.053	-1.651	-1.760	0.109	3.758	3.761	100.1%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号 BR010085

SIVION-Wing_35mm

技術名 非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術

開発者名 Accuver 株式会社

試験日 令和6年 12 月 20 日 天候 晴れ 気温 7.7 °C 風速 5.6 m/s

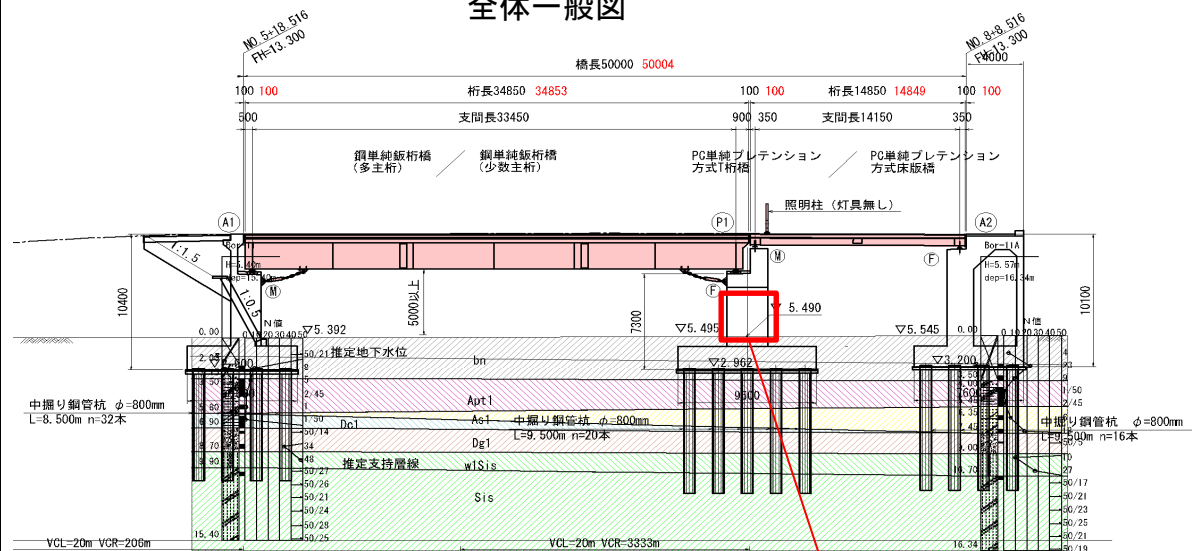
試験場所 福島ロボットテストフィールド

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

試験で確認する
カタログ項目 動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

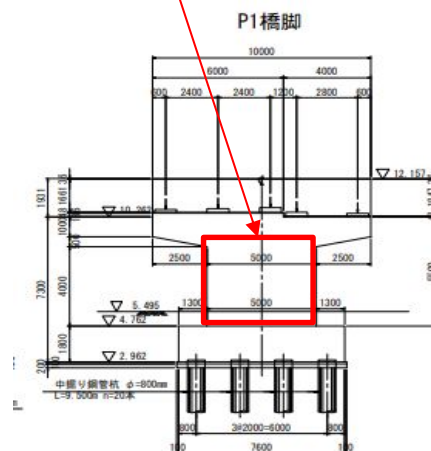
全体一般図



対象:P1橋脚 張出式橋脚



写真-1 全体写真



計測対象部材:P1橋脚柱部(起点側)(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(ドローン、カメラ(35mm)、コントローラ)(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ図等を作成する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 4m ■照度: 4.16~12.0 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 7.7 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/800~1/1250秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160

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



3) レポート(dx, excel etc.,)



番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.36	0.17
2	ひびわれ	0.40	0.20
3	ひびわれ	0.13	0.15
4	ひびわれ	0.25	0.15
5	ひびわれ	0.14	0.15
6	ひびわれ	0.33	0.56
7	ひびわれ	0.31	0.17
8	ひびわれ	0.16	0.33
9	ひびわれ	0.25	0.16
10	ひびわれ	0.27	0.15
11	ひびわれ	0.24	0.06
12	ひびわれ	0.25	0.15
13	ひびわれ	0.63	0.16
14	剥離	40.00	0.04
15	ひびわれ	0.37	0.15
16	ひびわれ	0.24	0.17
17	ひびわれ	0.23	0.13
18	ひびわれ	0.25	0.16
19	ひびわれ	0.33	0.28
20	ひびわれ	0.33	0.15
21	ひびわれ	0.41	0.17
22	ひびわれ	0.22	0.08
23	ひびわれ	0.34	0.14
24	ひびわれ	0.27	0.24
25	ひびわれ	0.16	0.15

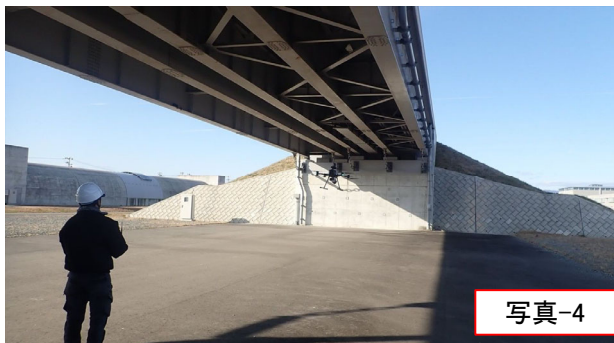
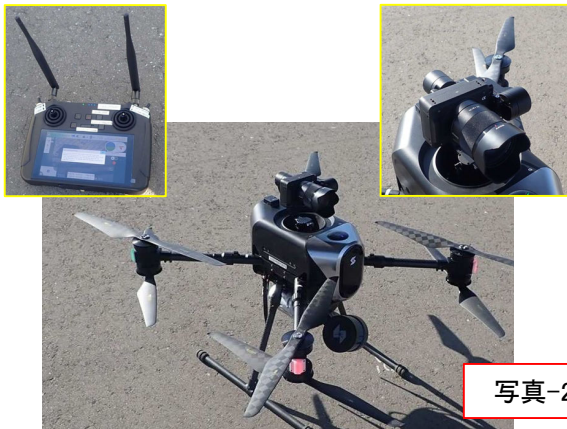
試験方法(手順)

技術番号

BR010085

- ① 機器の搬入(ドローン、カメラ(35mm)、コントローラ)(写真-2)
- ② 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像から、ひびわれを確認する。

開発者による計測機器の設置状況



■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 5m ■照度: 5.32~61.7 kLux ■風速: 0.0~5.6 m/s

■気温: 7.7 °C

■焦点距離: 35mm ■シャッター速度: 1/400~1/800秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

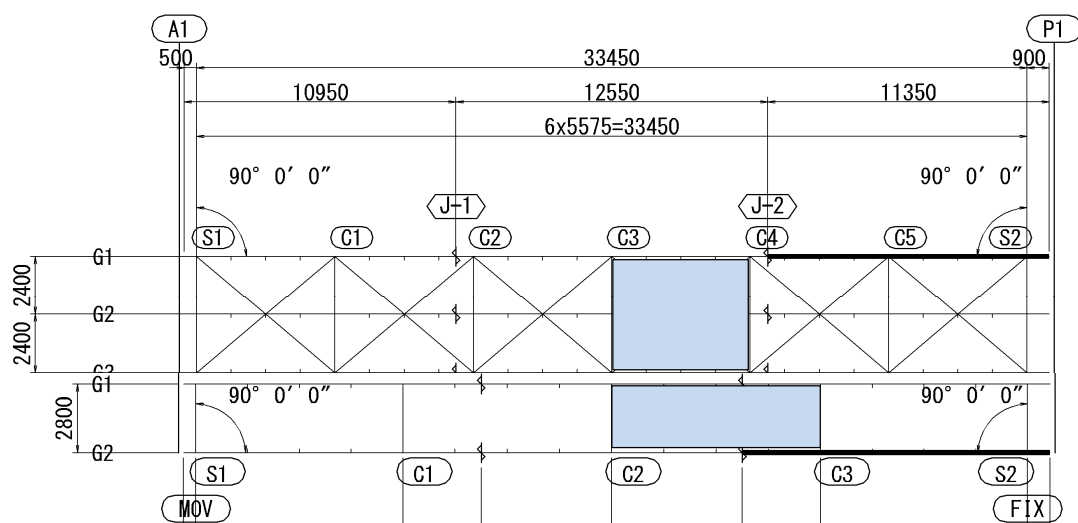
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160

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

単純非合成鉄桁橋（多主桁、少数主桁）（写真-6）

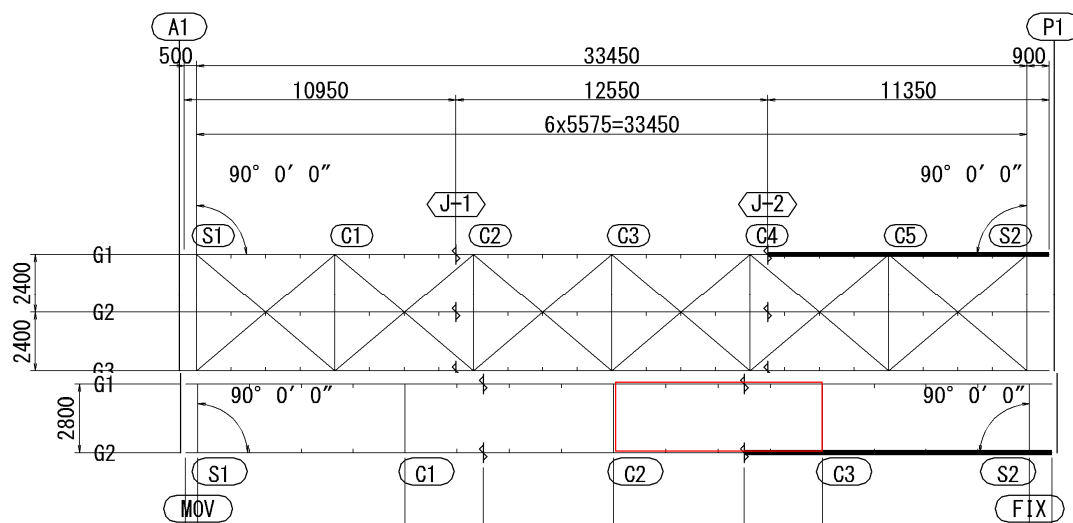


※撮影した画像（床版）からひびわれを確認する。（写真-6）

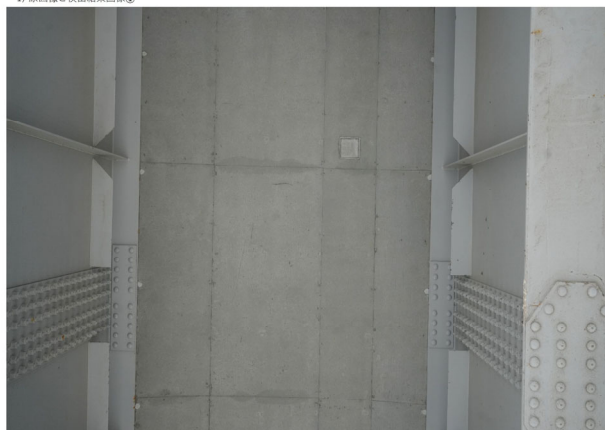
撮影範囲

※計測結果

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



1) 原画像と検出結果画像①

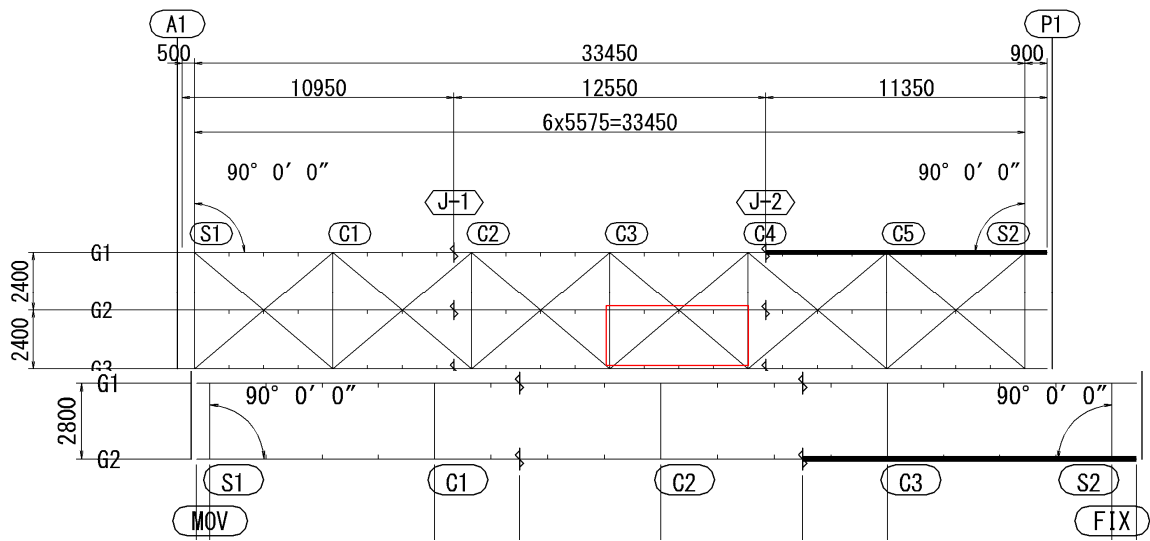


2) 検出結果①

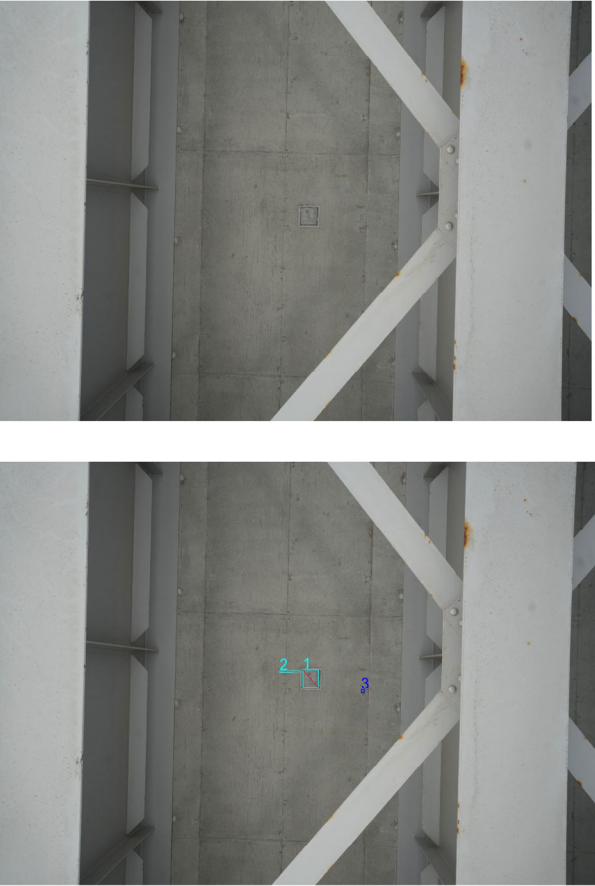
番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.214	0.157
2	ひびわれ	0.317	0.218

※計測結果

鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



3) 原画像と検出結果画像②

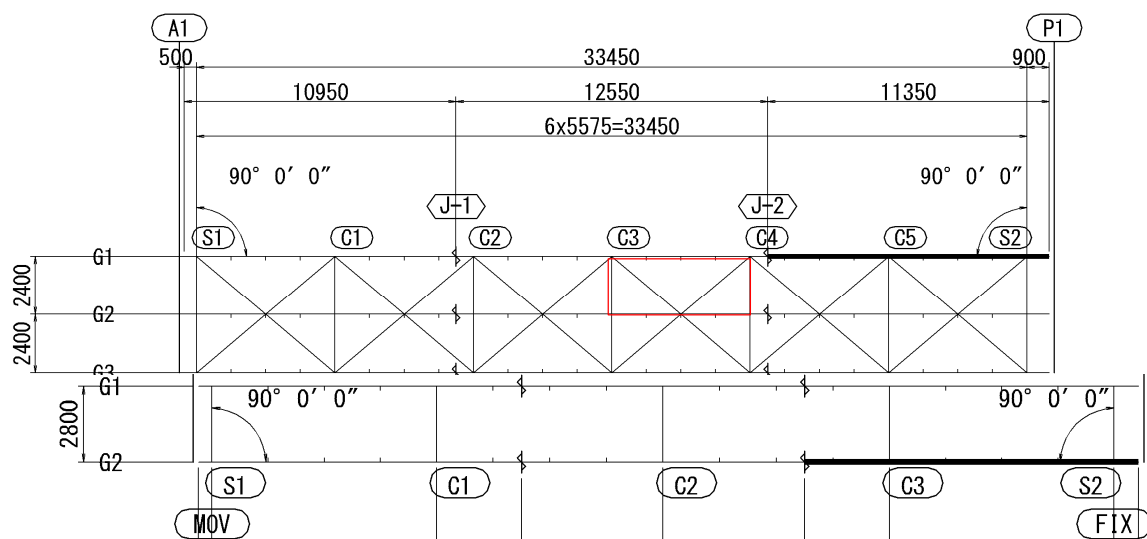


4) 検出結果②

番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.263	0.21
2	ひびわれ	0.219	0.188
3	剥離	28.269	0.031

※計測結果

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



5) 原画像と検出結果画像③



6) 検出結果③

番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.259	0.162

技術番号	BR010085			SIVION-Wing_55mm	
技術名	非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術			開発者名	Accuver 株式会社
試験日	令和6年 12 月 20 日	天候	晴れ	気温	6.2 ℃
				風速	1 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド				
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分
					標準試験

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

対象構造物の概要

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

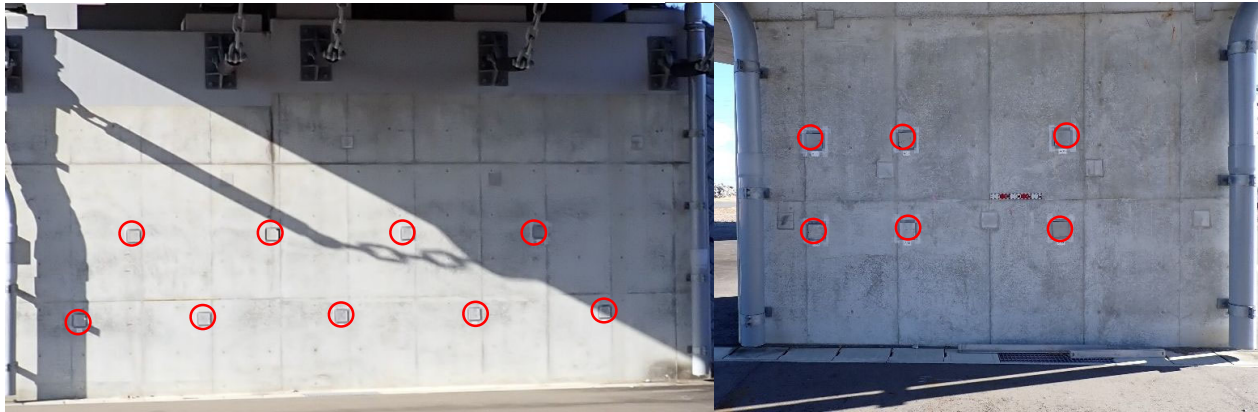


写真-1:A1橋台(9パネル)

写真-2:P1橋脚(起点側)(6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面左からの配置(写真-1))

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

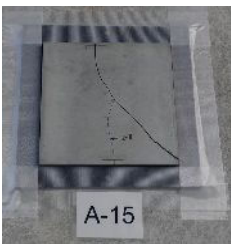
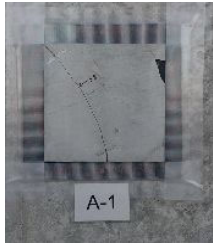


写真-3:パネル(抜粋 A-1、A-15)

P1橋脚(正面左からの配置(写真-2))

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

試験方法(手順)	技術番号	BR010085
①	機器の搬入(ドローン、カメラ(55mm)、コントローラ)(写真-4)	
②	測定状況(A1橋台縦壁部に位置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-5)	
③	測定状況(P1橋脚柱部に配置のひびわれ模擬版の撮影)(写真-6)	
④	測定状況(P1橋脚柱部に配置の24色カラーチャートk1の撮影)(写真-7)	
⑤	計測範囲と計測時間から撮影速度を計測する。また、計測終了後、撮影画像を基に模擬版のひびわれ幅を計測する。色識別性能は24色カラーチャートのRGB値を撮影画像とオルソ画像から求める。	

開発者による計測機器の設置状況



写真-4



写真-5



写真-6

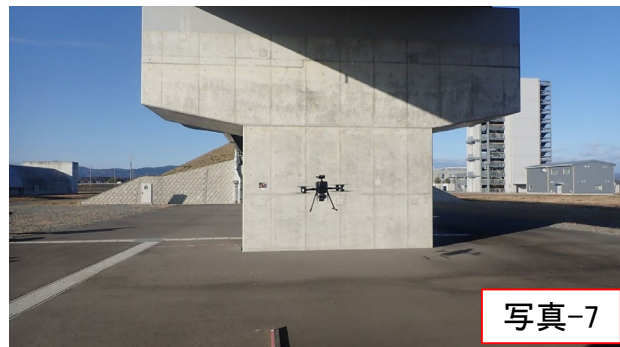
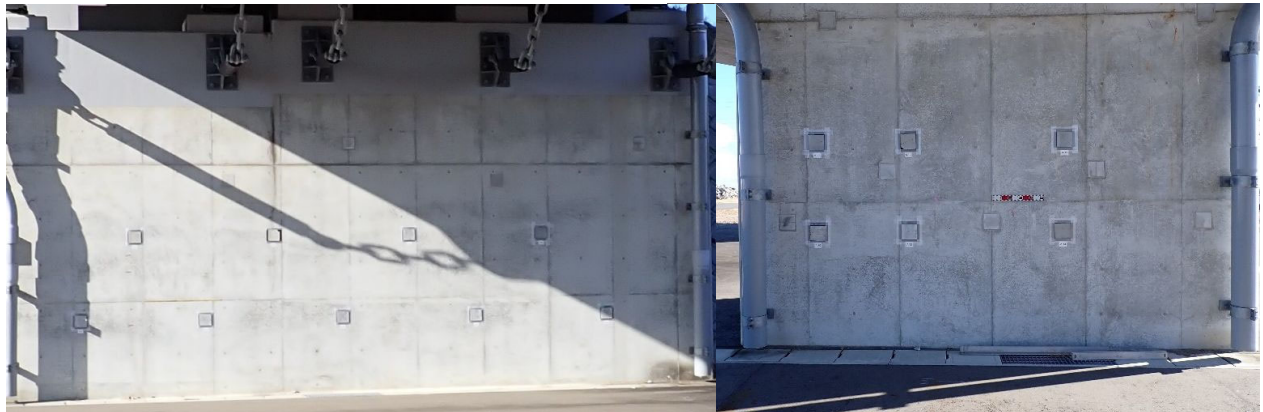


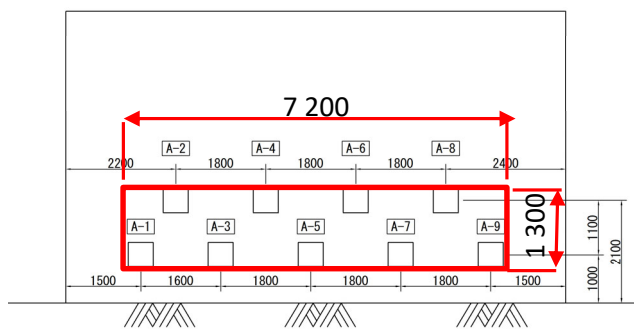
写真-7

※撮影速度

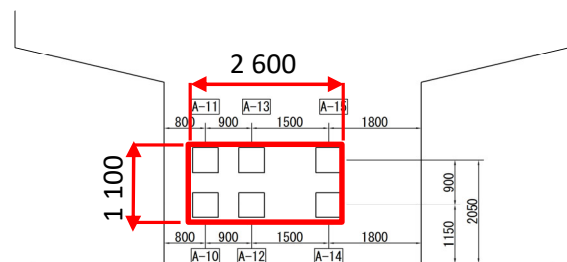


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



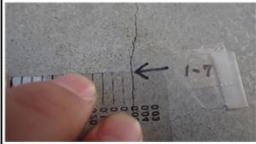
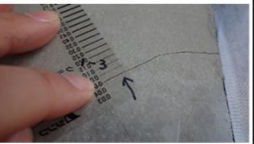
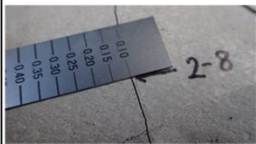
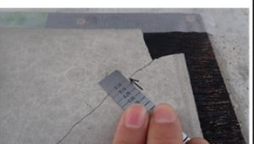
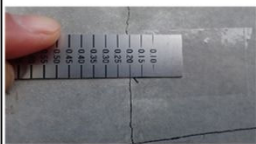
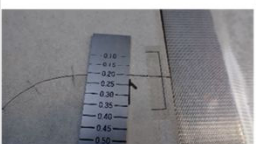
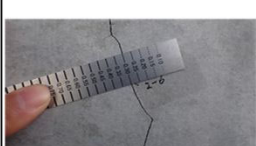
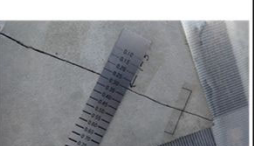
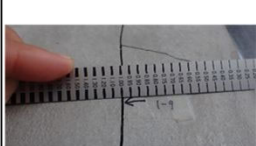
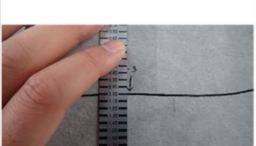
撮影面積(7.2×1.3+2.6×1.1=12.22m²)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

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

※最小ひびわれ幅・計測精度

各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。

真値(ひびわれ幅)

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

※色識別性能

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

配置はP1橋脚(K1)(写真-9)とA2橋台(K2)(写真-10)の2箇所



写真-8



写真-9 □:K1



写真-10 □:K2

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

※撮影速度

撮影面積: 12.22m^2 、撮影時間: A1(56秒)、P1(20秒) = 1分16秒 = 76秒(76sec)

撮影速度 = $12.22 / 76 = 0.161\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 4m ■照度: 3.51~46.8 kLux ■風速: 0.0~3.6 m/s

■気温: 6.2~7.3 °C

■焦点距離: 55mm ■シャッター速度: 1/3200秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160

チャート番号	A-14	A-2	A-8
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.07	0.06	0.04
チャート番号	A-15	A-10	A-4
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.15	0.14	0.16
チャート番号	A-9	A-11	A-1
方向	縦	横	斜
ひびわれ幅	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.22	0.27	0.21
チャート番号	A-7	A-12	A-5
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.33	0.33	0.31
チャート番号	A-6	A-3	A-13
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	0.91	1.03	1.06

最小ひびわれ幅: 0.04mm

ひびわれ幅	計測精度
0.05mm	0.01mm
0.1mm	0.05mm
0.2mm	0.04mm
0.3mm	0.03mm
1.0mm	0.06mm

※色識別性能

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 4m ■照度: 43.3~47.1 kLux ■風速: 0.0~1.0 m/s

■気温: 6.2 °C

■焦点距離: 55mm ■シャッター速度: 1/800~1/3200秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160



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	19	41	21	43	20
A-2	80	44	80	46	78	45
A-3	122	73	118	75	116	74
A-4	161	114	157	116	154	115
A-5	202	149	198	151	195	150
A-6	249	183	242	185	238	184
B-1	25	17	55	35	135	110
B-2	57	33	146	98	64	35
B-3	186	122	26	22	51	30
B-4	245	180	205	142	0	0
B-5	192	132	75	55	145	101
B-6	0	6	127	90	159	122
C-1	238	178	158	99	25	4
C-2	157	105	188	133	54	12
C-3	83	51	58	31	106	66
C-4	195	137	79	43	95	61
C-5	58	28	88	52	159	122
C-6	222	165	118	61	32	10
D-1	112	67	76	40	60	33
D-2	197	144	145	97	125	87
D-3	87	43	120	77	155	114
D-4	82	39	106	55	60	20
D-5	126	86	125	87	174	135
D-6	98	67	187	142	166	130

K1: オルソ画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	16	41	18	43	17
A-2	80	38	80	40	78	39
A-3	122	76	118	76	116	76
A-4	161	116	157	121	154	117
A-5	202	151	198	157	195	154
A-6	249	186	242	188	238	187
B-1	25	11	55	32	135	111
B-2	57	31	146	100	64	35
B-3	186	127	26	19	51	25
B-4	245	190	205	150	0	0
B-5	192	134	75	54	145	102
B-6	0	6	127	97	159	126
C-1	238	182	158	101	25	2
C-2	157	107	188	134	54	6
C-3	83	52	58	29	106	68
C-4	195	143	79	44	95	59
C-5	58	27	88	53	159	127
C-6	222	173	118	60	32	4
D-1	112	63	76	35	60	23
D-2	197	152	145	106	125	94
D-3	87	46	120	79	155	118
D-4	82	38	106	54	60	17
D-5	126	87	125	89	174	137
D-6	98	73	187	150	166	134

※色識別性能

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 6m ■照度: 4.83~6.71 kLux ■風速: 0.0~1.8 m/s

■気温: 6.2 °C

■焦点距離: 55mm ■シャッター速度: 1/800~1/1000秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160



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	21	41	22	43	24
A-2	80	36	80	38	78	40
A-3	122	62	118	65	116	67
A-4	161	98	157	101	154	107
A-5	202	130	198	135	195	141
A-6	249	161	242	168	238	176
B-1	25	11	55	26	135	87
B-2	57	25	146	83	64	35
B-3	186	104	26	19	51	28
B-4	245	158	205	128	0	6
B-5	192	119	75	52	145	95
B-6	0	6	127	85	159	116
C-1	238	153	158	82	25	14
C-2	157	81	188	111	54	17
C-3	83	43	58	27	106	60
C-4	195	119	79	40	95	57
C-5	58	26	88	47	159	111
C-6	222	145	118	57	32	20
D-1	112	49	76	31	60	27
D-2	197	120	145	86	125	83
D-3	87	38	120	68	155	103
D-4	82	36	106	48	60	30
D-5	126	72	125	76	174	122
D-6	98	56	187	125	166	121

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	2	41	0	43	1
A-2	80	11	80	10	78	8
A-3	122	46	118	41	116	47
A-4	161	121	157	115	154	129
A-5	202	180	198	182	195	193
A-6	249	213	242	217	238	228
B-1	25	0	55	4	135	93
B-2	57	6	146	80	64	5
B-3	186	143	26	1	51	2
B-4	245	218	205	170	0	1
B-5	192	162	75	21	145	100
B-6	0	0	127	89	159	149
C-1	238	210	158	84	25	0
C-2	157	91	188	143	54	3
C-3	83	23	58	4	106	35
C-4	195	169	79	13	95	32
C-5	58	4	88	20	159	145
C-6	222	211	118	33	32	11
D-1	112	29	76	5	60	2
D-2	197	167	145	84	125	72
D-3	87	13	120	51	155	122
D-4	82	12	106	20	60	2
D-5	126	72	125	72	174	168
D-6	98	35	187	176	166	160

技術番号	BR010085
------	----------

SIVION-Wing_55mm

技術名	非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術	開発者名	Accuver 株式会社
-----	-----------------------------------	------	--------------

試験日	令和6年 12 月 20 日	天候	晴れ	気温	6.2 °C	風速	1 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	-------

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

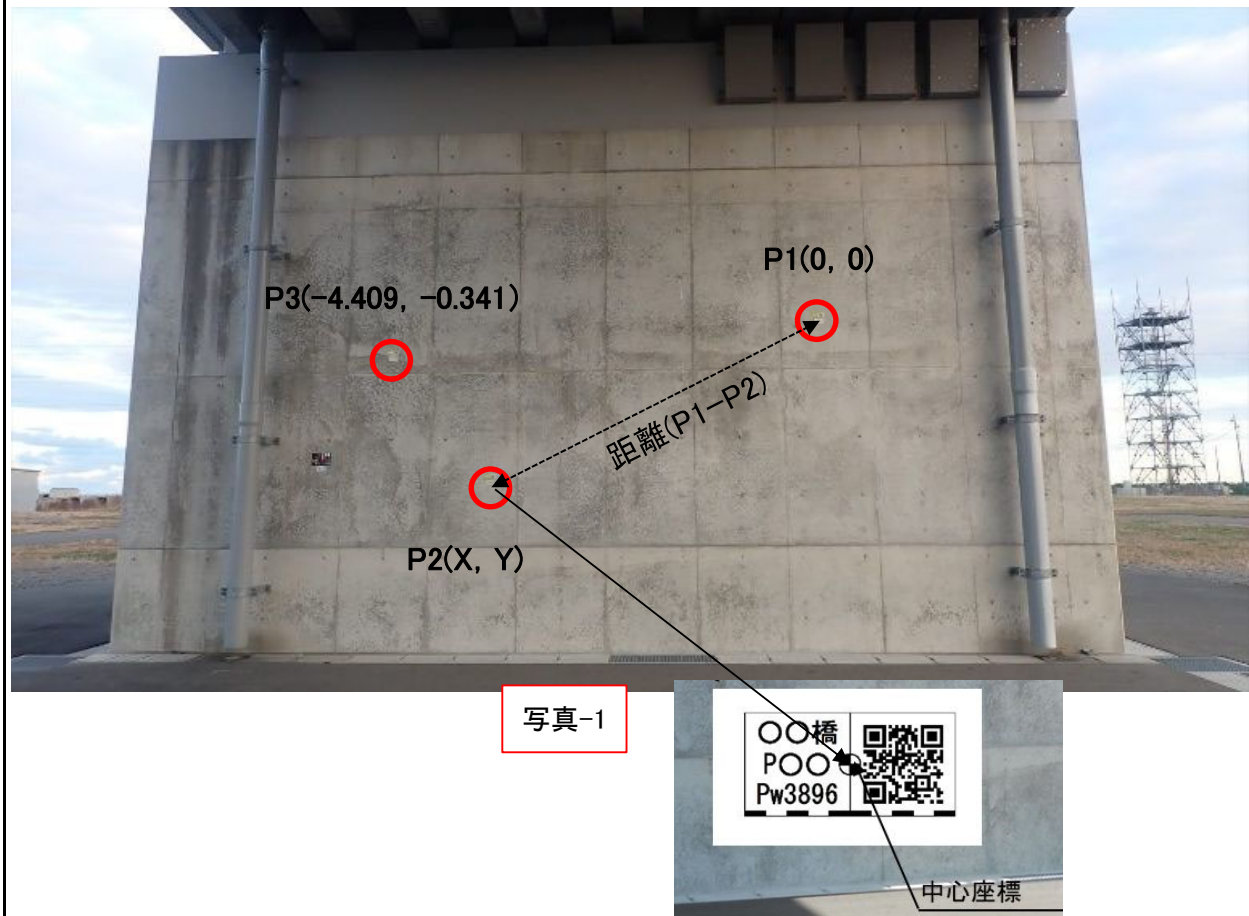
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験
--------	--------	------	------	------	------	------

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

対象構造物の概要

※検証試験体

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



試験方法(手順)	技術番号	BR010085
①	機器の搬入(ドローン、カメラ(55mm)、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。	

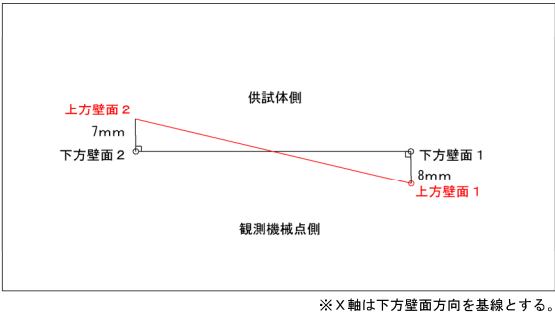
開発者による計測機器の設置状況



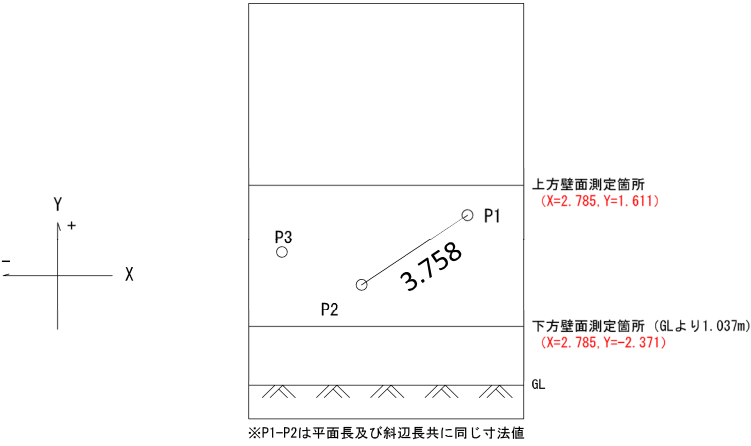
※長さ計測精度/位置精度

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

コンクリート壁平面図



コンクリート壁側面図



コンクリート壁マーカース座標値

点 名	X 座 標	Y 座 標	Z 座 標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-3.376	-1.651	0.001
P3	-4.409	-0.341	-0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 6m ■照度: 4.83~6.71 kLux ■風速: 0.0~1.8 m/s

■気温: 6.2 °C

■焦点距離: 55mm ■シャッター速度: 1/800~1/1000秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160



写真-6 オルソ画像

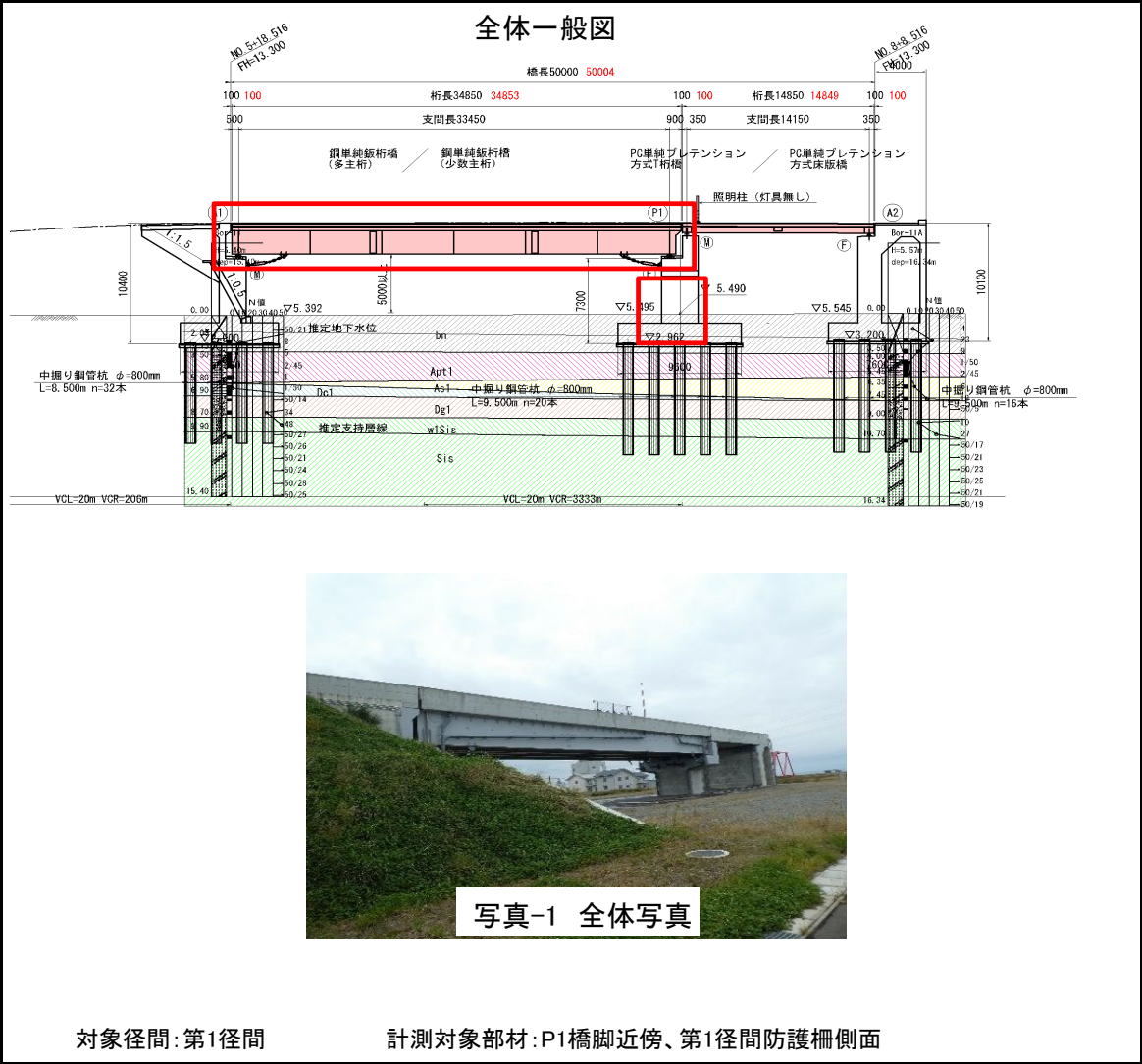
コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標			Y座標			距離 (P1-P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度
P1	0.000	0.000		0.000	0.000				
P2	-3.376	-3.354	-0.022	-1.651	-1.629	-0.022	3.758	3.730	99.3%
P3	-4.409	-4.409		-0.341	-0.341				

技術番号	BR010085			SIVION-Wing_55mm			
技術名	非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術			開発者名	Accuver 株式会社		
試験日	令和6年 12 月 20 日	天候	晴れ	気温	6.2 °C	風速	1 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験	

試験で確認する カタログ項目	構造物近傍安定性能 進入可能性能 可動範囲
-------------------	-----------------------------

対象構造物の概要



試験方法(手順)	技術番号
① 機器の搬入(ドローン、カメラ(55mm)、コントローラ)(写真-2)	BR010085
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



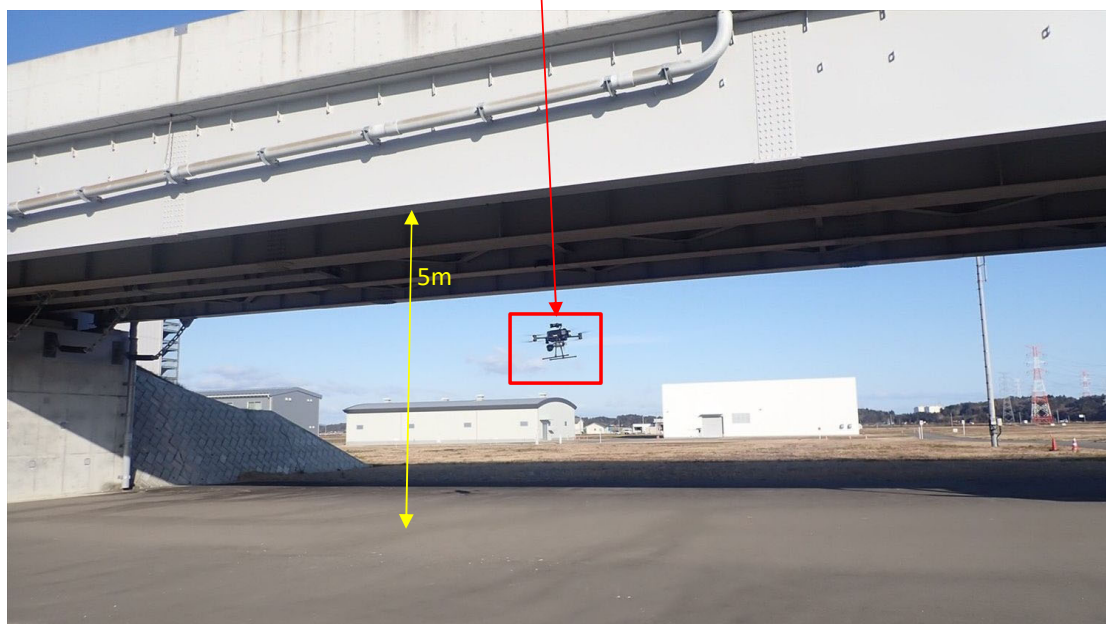
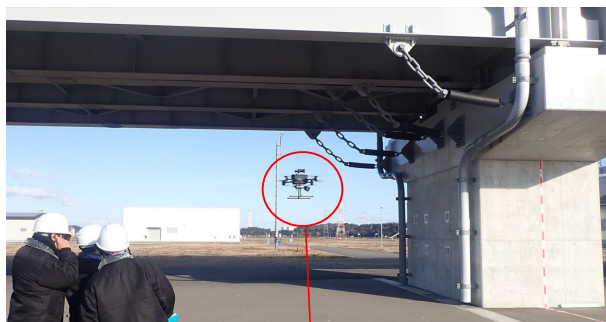
写真-5

※進入可能性能

<桁間に進入しない>

風速: 4.7m/s

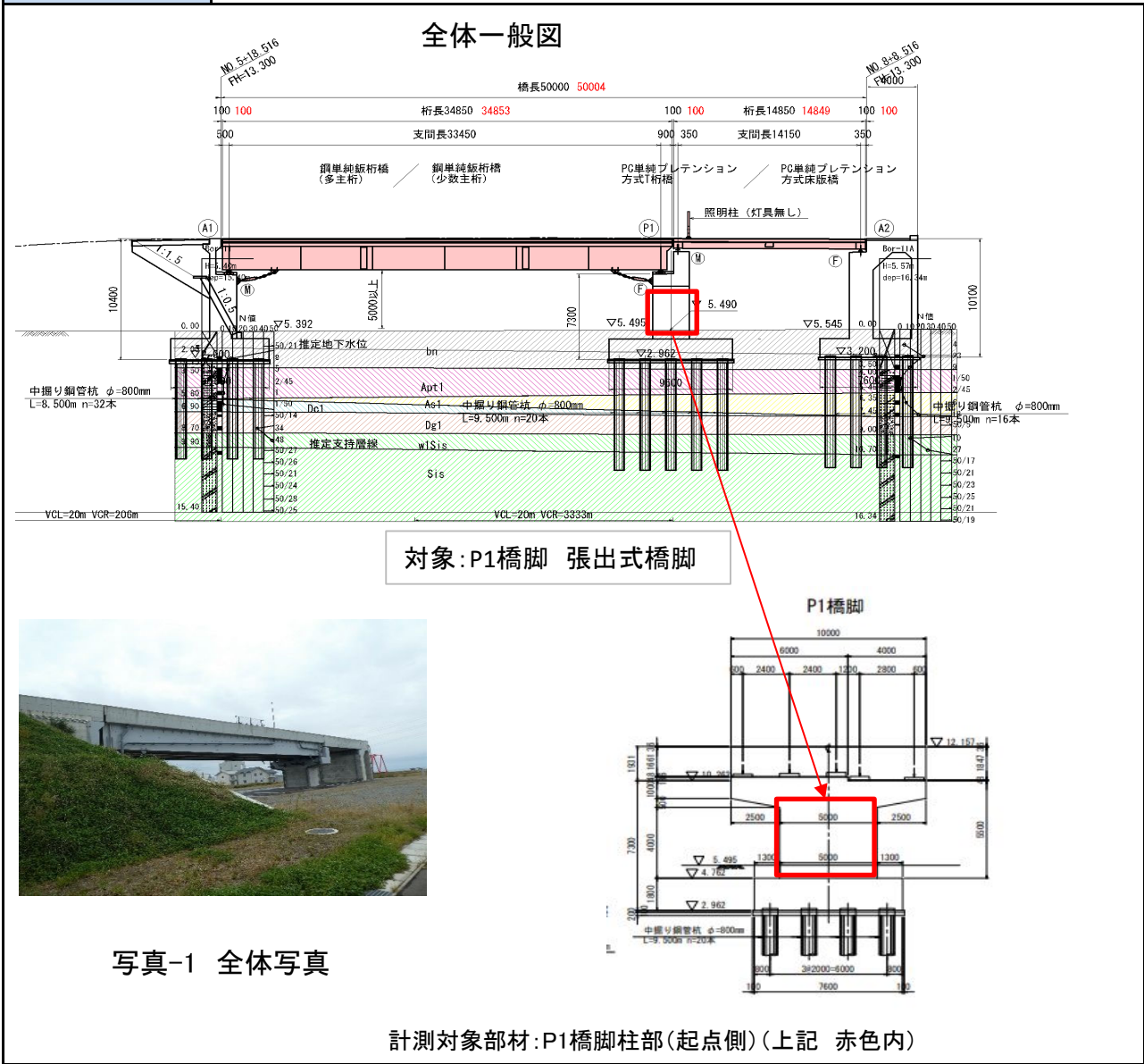
桁下空間: 高さ5.0m進入可能



技術番号	BR010085		SIVION-Wing_55mm				
技術名	非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術			開発者名	Accuver 株式会社		
試験日	令和6年 12 月 20 日	天候	晴れ	気温	6.2 °C	風速	1 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	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、カメラ(55mm)、コントローラ)(写真-2)
- ② 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からひびわれ図等を作成する。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 4m ■照度: 3.97~11.7 kLux ■風速: 0.0~4.7 m/s

■気温: 6.6 °C

■焦点距離: 55mm ■シャッター速度: 1/800秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

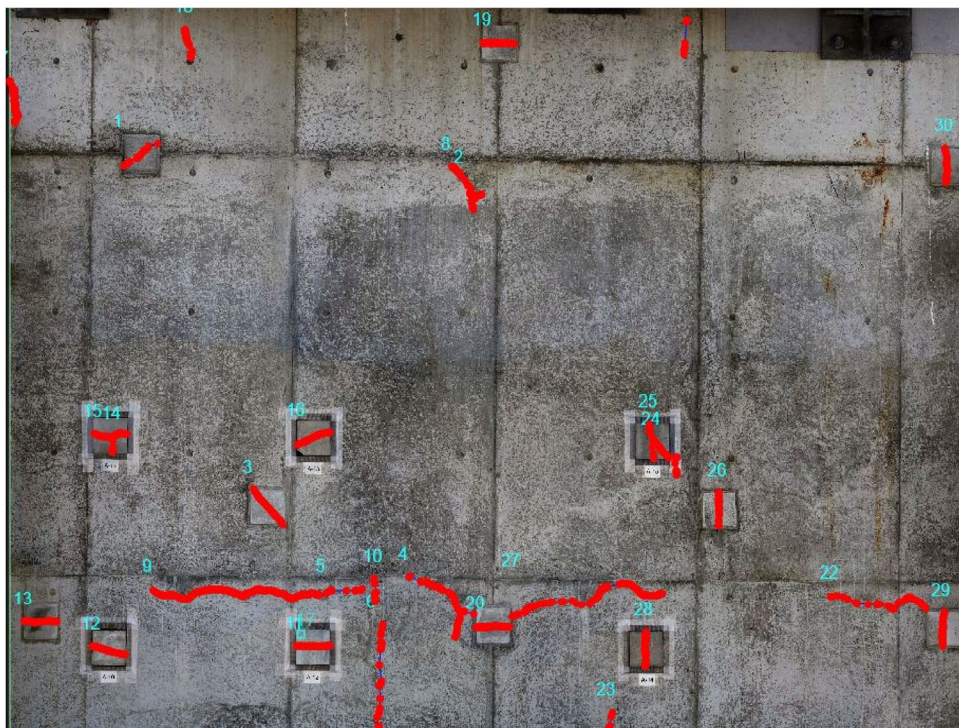


写真-6

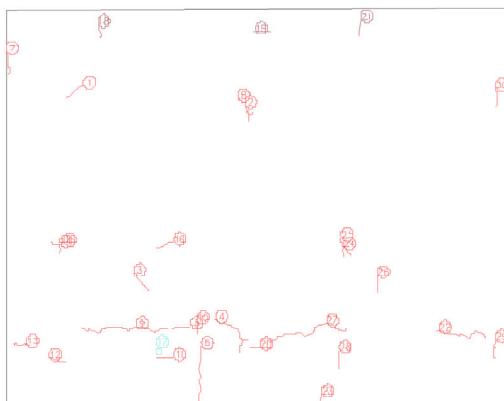
※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))(写真-6)からひびわれを確認する。

※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面のひびわれ



3) レポート (dxf, excel etc.,)



番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.31	0.18
2	ひびわれ	0.21	0.20
3	ひびわれ	0.39	0.20
4	ひびわれ	0.26	0.47
5	ひびわれ	0.23	0.16
6	ひびわれ	0.30	0.47
7	ひびわれ	0.32	0.28
8	ひびわれ	0.30	0.06
9	ひびわれ	0.25	0.78
10	ひびわれ	0.22	0.10
11	ひびわれ	0.33	0.15
12	ひびわれ	0.18	0.15
13	ひびわれ	0.29	0.15
14	ひびわれ	0.13	0.06
15	ひびわれ	0.27	0.15
16	ひびわれ	1.23	0.15
17	剥離	40.00	0.04
18	ひびわれ	0.22	0.11
19	ひびわれ	0.26	0.14
20	ひびわれ	0.34	0.15
21	ひびわれ	0.30	0.15
22	ひびわれ	0.23	0.47
23	ひびわれ	0.21	0.09
24	ひびわれ	0.32	0.08
25	ひびわれ	0.62	0.17
26	ひびわれ	0.13	0.14
27	ひびわれ	0.19	0.74
28	ひびわれ	0.30	0.15
29	ひびわれ	0.37	0.15
30	ひびわれ	0.25	0.15

技術番号	BR010085
------	----------

SIVION-Wing_55mm

技術名	非GPS環境対応の自律飛行ドローンとAIを活用した橋梁点検支援技術	開発者名	Accuver 株式会社
-----	-----------------------------------	------	--------------

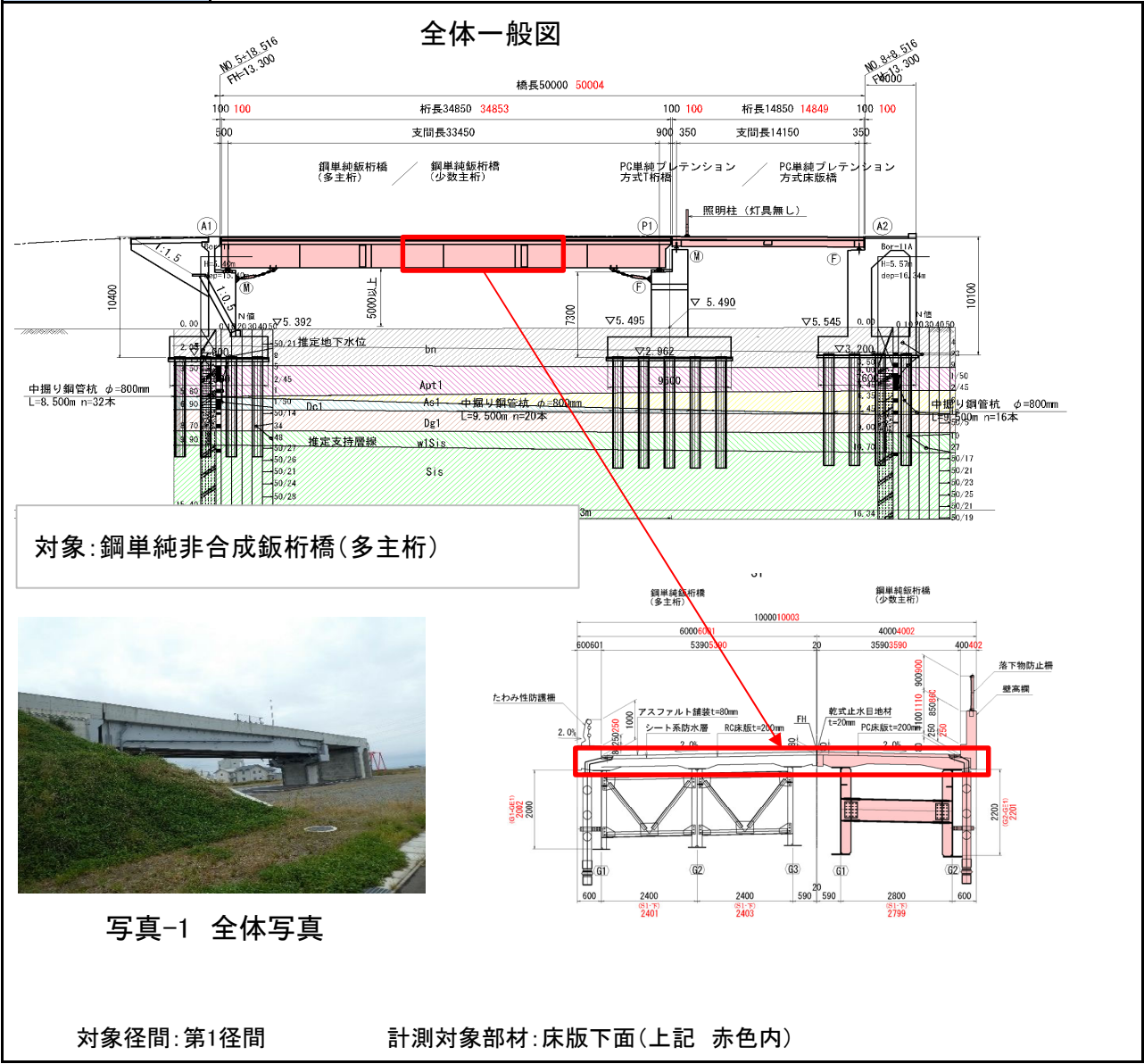
試験日	令和6年 12 月 20 日	天候	晴れ	気温	6.2 °C	風速	1 m/s
-----	----------------	----	----	----	--------	----	-------

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

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

試験で確認する カタログ項目	動作確認(精度以外) 狭小進入可能性能 可動範囲
-------------------	--------------------------------

対象構造物の概要



試験方法(手順)

技術番号

BR010085

- ① 機器の搬入(ドローン、カメラ(55mm)、コントローラ)(写真-2)
- ② 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-3)
- ③ 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:少数主桁橋G1-G2間の床版撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像から、ひびわれを確認する。

開発者による計測機器の設置状況



■カメラ名称: SONY ILX-LR1

■被写体距離: 5m ■照度: 7.97~68.2 kLux ■風速: 0.0~4.7 m/s

■気温: 6.6 °C

■焦点距離: 55mm ■シャッター速度: 1/500秒

■絞り: F1.8~22 ■ISO値: 800

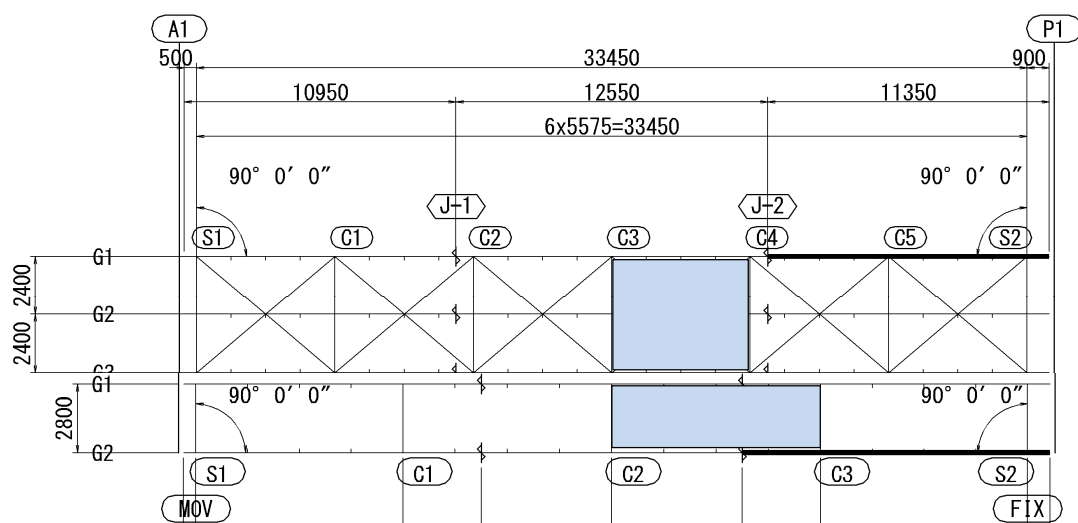
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 6240 × 4160

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

単純非合成鉄桁橋（多主桁、少数主桁）（写真-6）



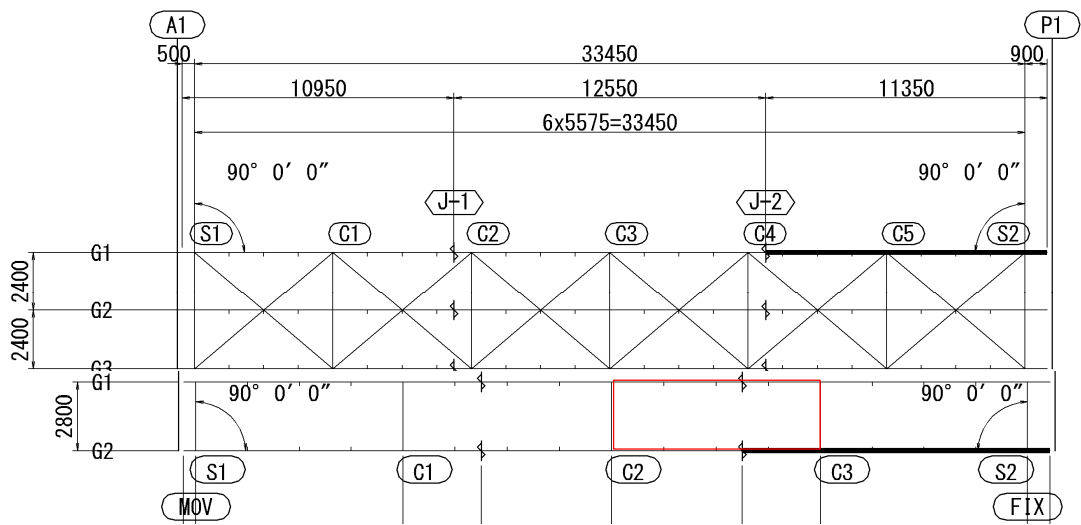
※撮影した画像（床版）からひびわれを確認する。（写真-6）



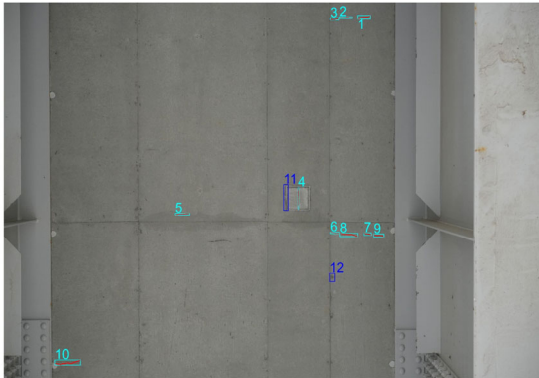
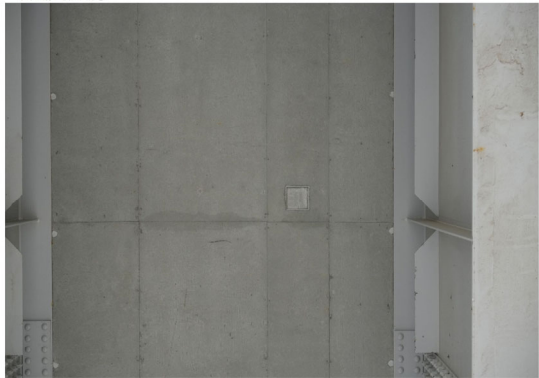
撮影範囲

※計測結果

鋼単純非合成鈹桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



1) 原画像と検出画像①

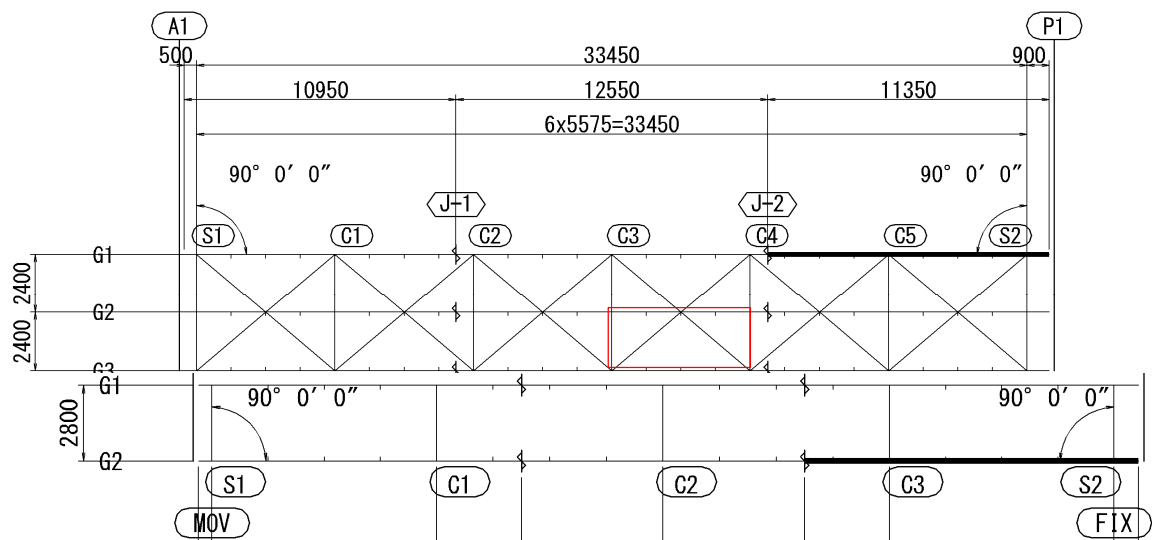


2) 検出結果①

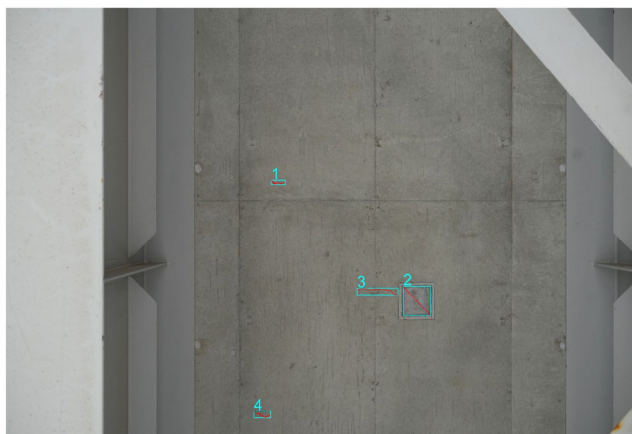
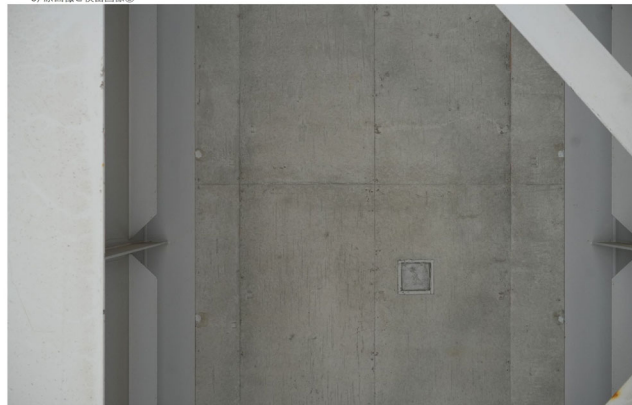
番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.215	0.087
2	ひびわれ	0.214	0.086
3	ひびわれ	0.183	0.084
4	ひびわれ	0.219	0.151
5	ひびわれ	0.205	0.104
6	ひびわれ	0.187	0.066
7	ひびわれ	0.218	0.049
8	ひびわれ	0.218	0.126
9	ひびわれ	0.222	0.072
10	ひびわれ	0.248	0.182
11	剥離	32.468	0.179
12	剥離	37.448	0.057

※計測結果

鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



3) 原画像と検出画像②

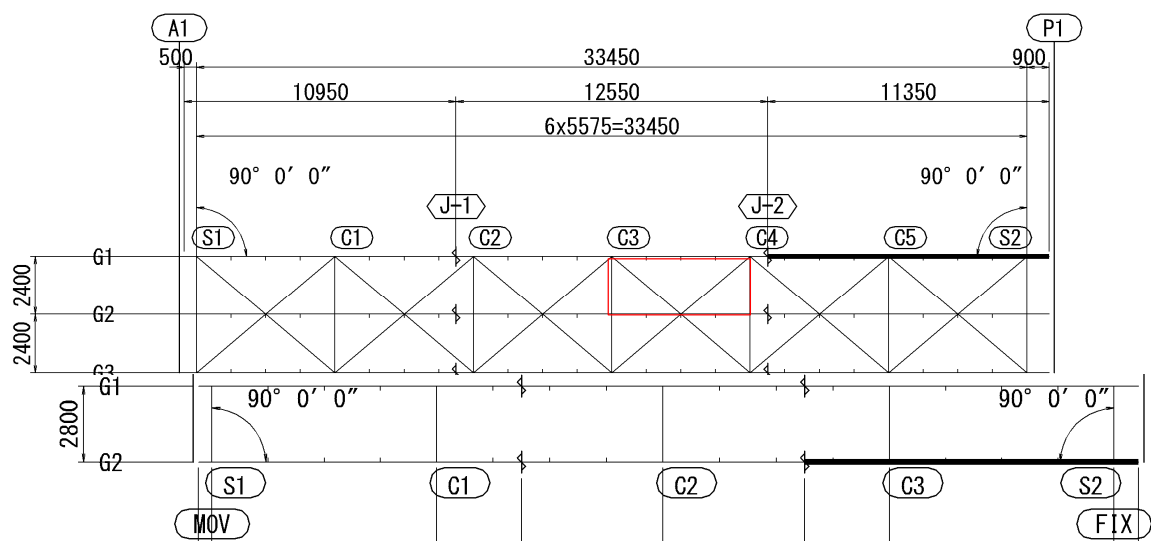


4) 検出結果②

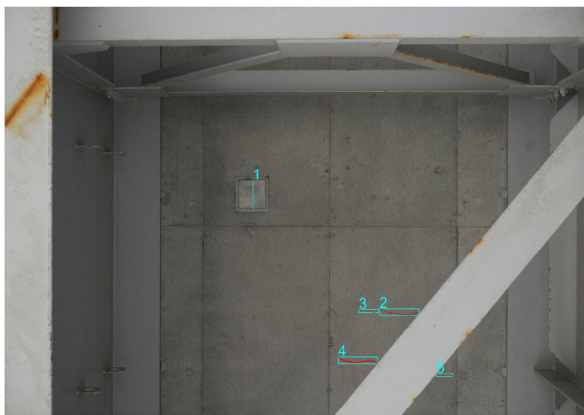
番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.18	0.073
2	ひびわれ	0.159	0.205
3	ひびわれ	0.159	0.231
4	ひびわれ	0.164	0.088

※計測結果

鋼単純非合成鉄桁橋(多主桁):床版(G1-G2間)



5) 断面図と検出画像③



6) 検出結果③

番号	タイプ	幅 [mm]	長さ [m]
1	ひびわれ	0.184	0.149
2	ひびわれ	0.175	0.227
3	ひびわれ	0.136	0.125
4	ひびわれ	0.247	0.218
5	ひびわれ	0.201	0.089

技術番号	BR010086
------	----------

技術名	自走式斜材点検ロボット(斜材表面の変状)	開発者名	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京株式会社
-----	----------------------	------	-------------------------

試験日	令和6年 2 月 14 日	天候	晴れ	気温	7.6 °C	風速	1.8 m/s
-----	---------------	----	----	----	--------	----	---------

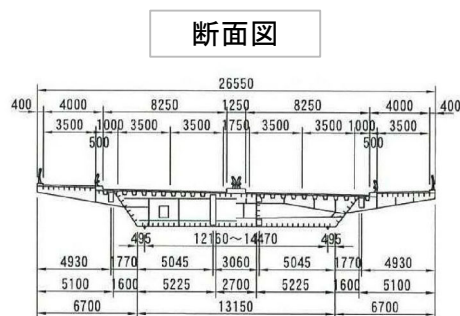
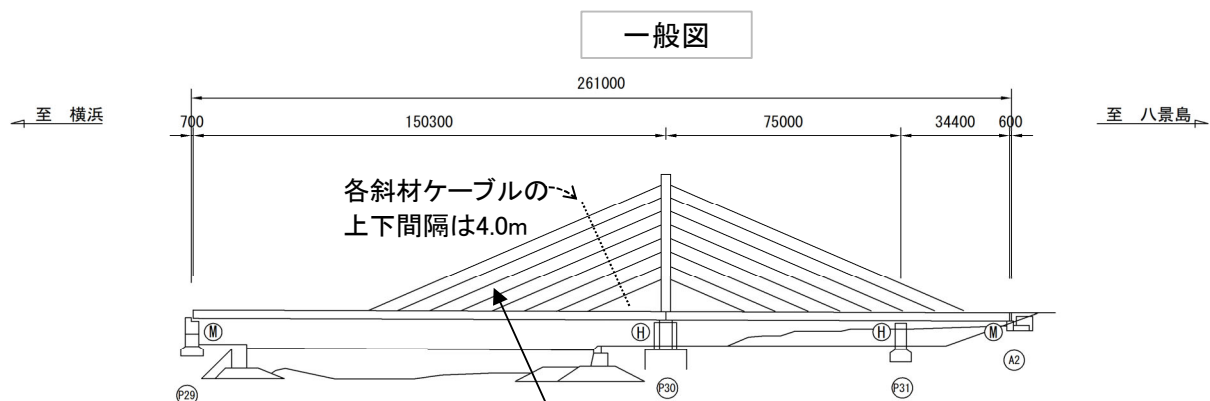
試験場所	実橋
------	----

カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	斜材の変状	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 計測精度 色識別性能
-------------------	-----------------------

対象構造物の概要

橋梁形式: 3径間連続鋼斜張橋(箱桁橋)
橋長: 261m
支間長: 259.7m (150.3m+75.0m+34.4m)



計測対象斜材: W3ケーブル 左(外)から3本目



W3ケーブル

斜材長: 82.543m
斜材外径: 180mm
斜材角度: 24°

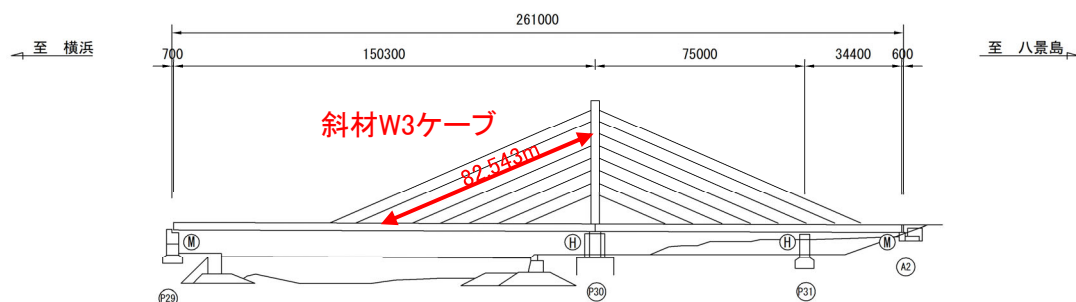
試験方法(手順)	技術番号	BR010086
①	計測機器(本体(自走式斜材点検ロボット))をセットする。(写真-1)	
②	計測機器(安全装置、アンテナ、操作用PC、モニター、バッテリー)をセットする。(写真-2,3)	
③	斜材上で自走式斜材点検ロボットを移動させ、計測を実施する。(写真-4,5)	
④	PCモニターで移動速度、移動距離および自走式斜材点検ロボットの撮影動画を確認する。(写真-6) (斜材W3ケーブル上面に設置した模擬損傷供試体、上下面に設置した24色カラーチャート)	
⑤	取得したデータより、斜材表面の損傷を検出する。	

開発者による計測機器の設置状況	
 自走式斜材点検ロボット本体 写真-1	 安全装置  アンテナ 写真-2
 操作用PC、モニター 写真-3	 計測状況 写真-4
 計測状況 写真-5	 PCモニター(点検ロボット撮影動画) 写真-6

※撮影速度

本支援技術は斜材W3ケーブルを撮影しながら移動する。

往路・復路それぞれ撮影速度(m/s)と単位時間あたりの撮影面積(m²/s)を算出。



※計測精度(画像計測技術) 斜材の変状

模擬損傷供試体7枚(延長300mm×幅150mm×厚さ3mm:6枚、延長300mm×幅200mm×厚さ3mm:1枚)の表面に斜材被覆部の亀裂、劣化、剥がれ、破断、汚れを模擬した損傷を計30箇所作成し、斜材W3ケーブル上面に設置する。(写真-7～13)

写真-7

模擬損傷供試体①
亀裂の模擬損傷



損傷(1)～(4)の計4箇所
・亀裂損傷(縦・横方向)

写真-8

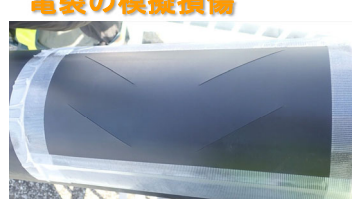
模擬損傷供試体②
亀裂の模擬損傷



損傷(5)～(8)の計4箇所
・亀裂損傷(縦・横方向)

写真-9

模擬損傷供試体③
亀裂の模擬損傷



損傷(9)～(12)の計4箇所
・亀裂損傷(斜め方向)

写真-10

模擬損傷供試体④
劣化の模擬損傷



損傷(13)～(16)の計4箇所
・劣化損傷(縦・横方向)

写真-11

模擬損傷供試体⑤
劣化の模擬損傷



損傷(17)～(20)の計4箇所
・劣化損傷(斜め方向)

写真-12

模擬損傷供試体⑥
剥がれの模擬損傷



損傷(21)～(24)の計4箇所
・剥がれ損傷(縦・横・斜め方向)

写真-13

模擬損傷供試体⑦
破断、汚れの模擬損傷



損傷(25)～(30)の計6箇所
・破断、汚れ損傷

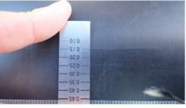
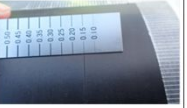
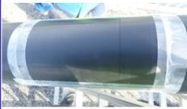
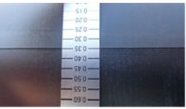
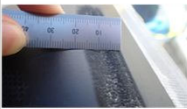
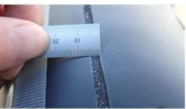
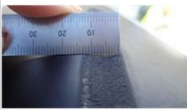
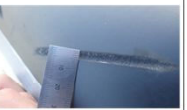
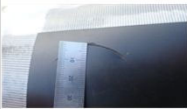
斜材W3ケーブル上面に設置した模擬損傷供試体について、
現場計測した値を真値とする。
計測状況および真値を次ページに示す。

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

BR010086

真値(亀裂部、劣化部、破断部の幅)

全体写真	模擬損傷番号	①	②	③	④
ゴムプレート①	方向	縦	縦	横	横
	写真				
	真値	0.85	0.15	0.90	0.15
全体写真	模擬損傷番号	⑤	⑥	⑦	⑧
ゴムプレート②	方向	縦	縦	横	横
	写真				
	真値	0.80	0.35	0.50	0.10
全体写真	模擬損傷番号	⑨	⑩	⑪	⑫
ゴムプレート③	方向	斜	斜	斜	斜
	写真				
	真値	0.80	0.30	0.80	0.20
全体写真	模擬損傷番号	⑬	⑭	⑮	⑯
ゴムプレート④	方向	縦	縦	横	横
	写真				
	真値	16.0	5.0	14.0	4.5
全体写真	模擬損傷番号	⑰	⑱	⑲	⑳
ゴムプレート⑤	方向	斜	斜	斜	斜
	写真				
	真値	13.0	5.0	13.5	5.0
全体写真	模擬損傷番号	㉑	㉒	㉓	㉔
ゴムプレート⑥	方向	縦	横	斜	斜
	写真				
	真値	10.0	10.0	12.0	12.0
全体写真	模擬損傷番号	㉕	㉖		㉗
ゴムプレート⑦	方向	縦	斜		横
	写真				
	真値	5.0	5.5		4.0

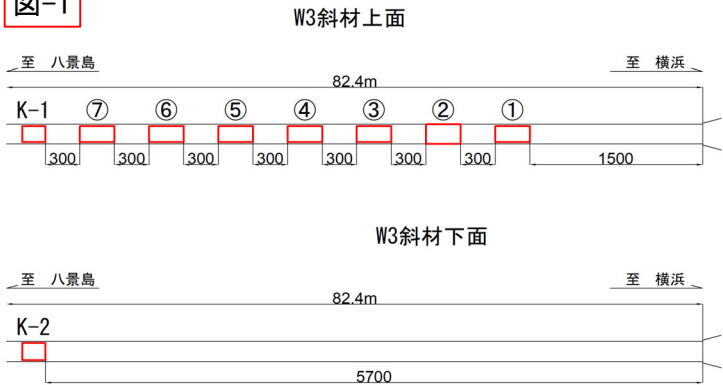
※ 模擬損傷番号(27)(29)(30)は、汚れ 損傷

模擬損傷供試体を斜材W3ケーブル上面に配置。(写真-14) 配置箇所は下記の通り。(図-1)
支援技術により損傷が検出できるかを確認する。
損傷の検出率(%)を算出する。

写真-14



図-1



※色識別性能

市販の24色のカラーチャートを使用する。(写真-15)
カラーチャートの販売業者が提供しているRGB値を真値とする。(表-1)

配置は斜材W3ケーブル上面(K-1)と下面(K-2)の2箇所。(写真-16,17)

写真-15



表-1

	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

写真-16

カラーチャート(K-1)



写真-17

カラーチャート(K-2)

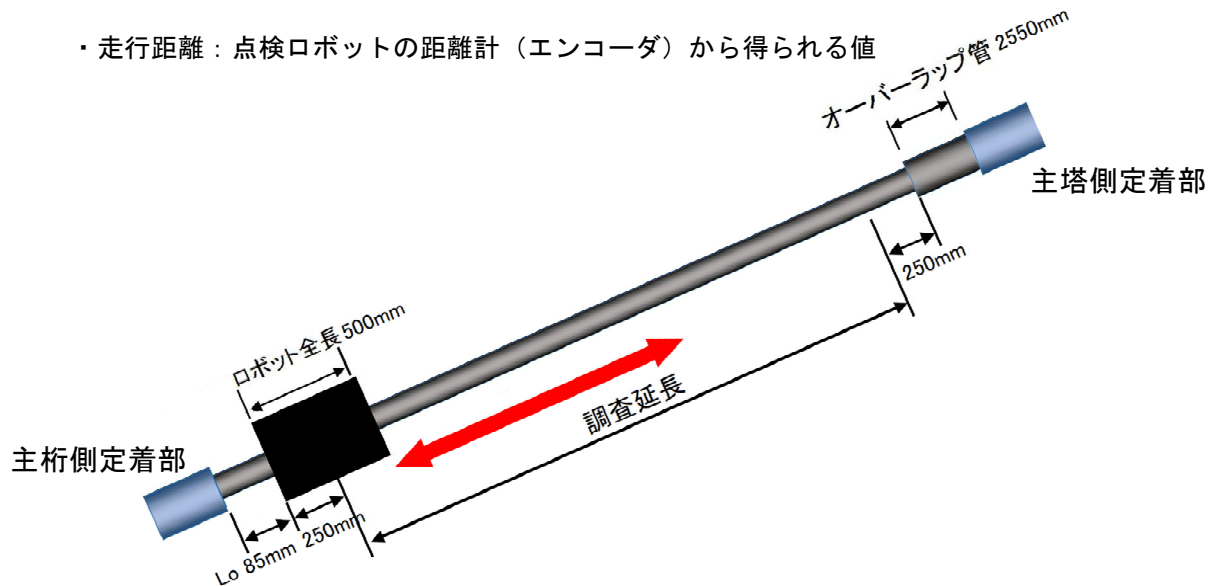


※調査延長

ケーブル名	調査延長※ (mm)	角度 (°)	ケーブル径 ϕ (mm)	セット位置 L_0 (mm)	走行距離 (mm)
W-3	79,408	24	180	85	73,111

- ・調査延長：図面上の走行距離
 $= \text{斜材全長} - (\text{セット位置 } L_0 + \text{ロボット全長} + \text{上部オーバーラップ管延長})$
 $= 82,543 - (85 + 500 + 2,550)$
 $= 79,408 \text{ (mm)}$

- ・走行距離：点検ロボットの距離計（エンコーダ）から得られる値



「点検ロボット」は斜材下端のブーツ上端からロボット下端までの距離が85 mmとなる位置に取付け、スタート地点の基準（エンコーダの「0」値）とした。このため、ブーツ上端から点検ロボットのカメラ撮影中心位置（85 mm + 250 mm）が点検のスタート位置とした。

※撮影速度

- ・往路（主桁→主塔）
調査延長 = 79.408 (m)
撮影時間 = 14m25s = 865 (s)
撮影速度 = $79.408 \div 865 \div 0.092 \text{ (m/s)}$
- ・復路（主塔→主桁）
調査延長 = 79.408 (m)
撮影時間 = 15m9s = 909 (s)
撮影速度 = $79.408 \div 909 \div 0.087 \text{ (m/s)}$

※単位時間あたりの撮影面積

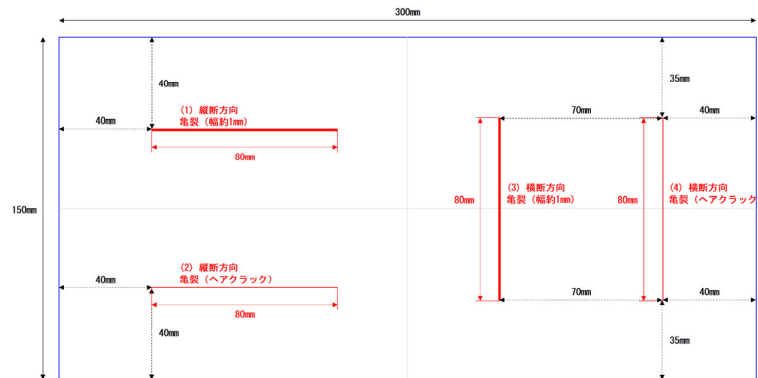
- ・往路（主桁→主塔）
撮影面積 = $0.18 \times \pi \times 79.408 \div 44.90 \text{ (m}^2\text{)}$
撮影時間 = 14m25s = 865 (s)
単位時間あたりの撮影面積 = $44.90 \div 865 \div 0.052 \text{ (m}^2\text{/s)}$
- ・復路（主塔→主桁）
撮影面積 = $0.18 \times \pi \times 79.408 \div 44.90 \text{ (m}^2\text{)}$
撮影時間 = 15m9s = 909 (s)
単位時間あたりの撮影面積 = $44.90 \div 909 \div 0.049 \text{ (m}^2\text{/s)}$

※計測精度(画像計測技術) 斜材の変状

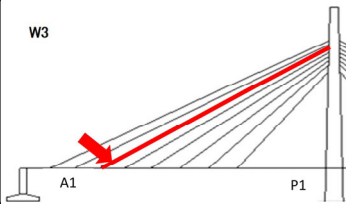
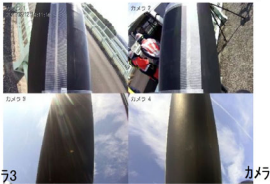
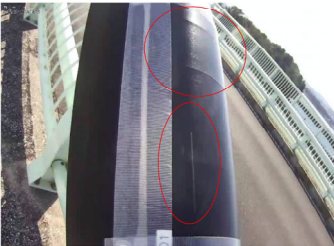
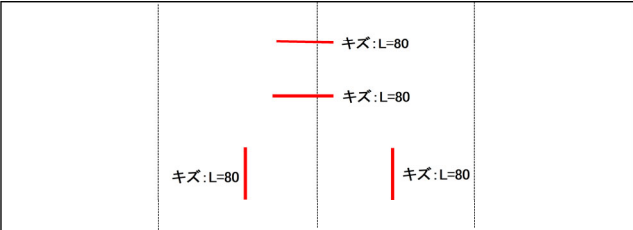
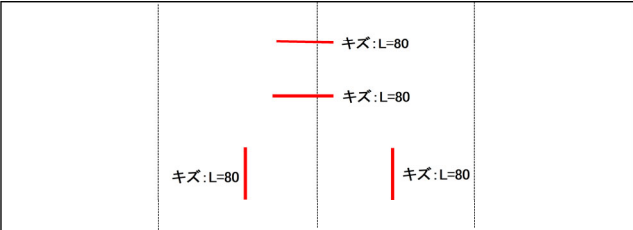
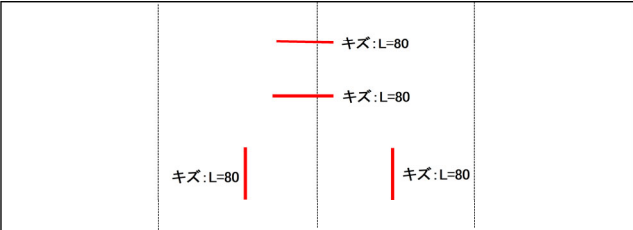
斜材上面に設置した模擬損傷供試体の撮影結果より、損傷の検出状況を下記に示す。

・模擬損傷供試体① 亀裂(縦・横方向)の模擬損傷 [損傷(1)～(4)の計4箇所]

・真値



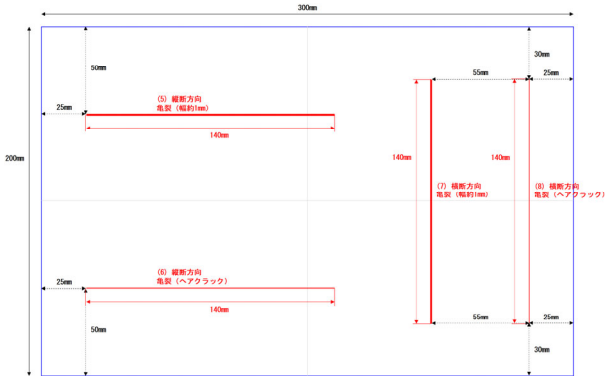
・計測結果

橋梁名		斜張橋		点検年月日		2025年2月12日																						
斜材番号		W3		撮影開始位置		桁側定着部から 1.46 m																						
変状部材名		保護管		モニター表示距離		走行距離 0.15 m																						
変状名		模擬供試体①		変状位置		桁側定着部から 1.61 m																						
前回比較(進展の有無)				備考																								
変状箇所位置 				斜材全体																								
																												
模擬試験体状況																												
カメラNo.1				カメラNo.2																								
																												
<table><tr><td>地</td><td>カメラNo.3</td><td>カメラNo.1</td><td>天</td><td>カメラNo.2</td><td>カメラNo.4</td><td>地</td></tr><tr><td colspan="7">  </td></tr><tr><td colspan="7">単位:mm</td></tr></table>								地	カメラNo.3	カメラNo.1	天	カメラNo.2	カメラNo.4	地								単位:mm						
地	カメラNo.3	カメラNo.1	天	カメラNo.2	カメラNo.4	地																						
																												
単位:mm																												

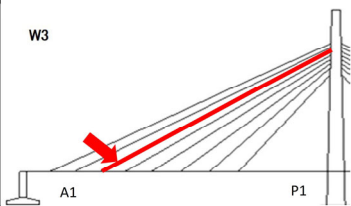
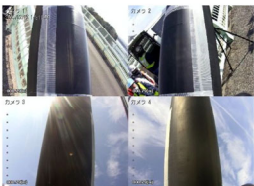
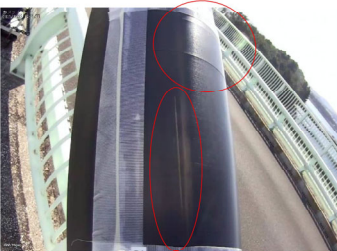
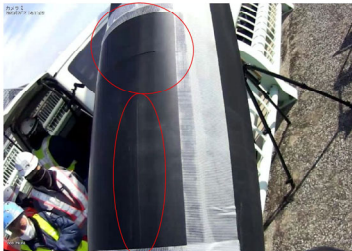
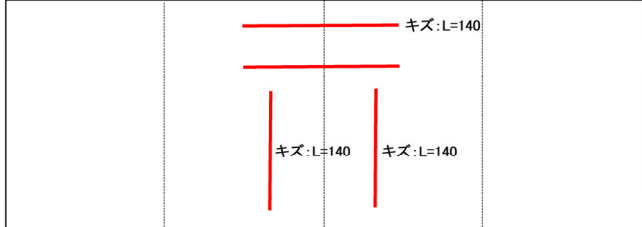
供試体	検出率		的中率
	(正解箇所数/損傷箇所数(真値))		(正解箇所数/箇所数(誤検出含む))
模擬損傷供試体①	4 箇所	4 箇所	1.00

・模擬損傷供試体② 亀裂(縦・横方向)の模擬損傷 [損傷(5)～(8)の計4箇所]

・真値



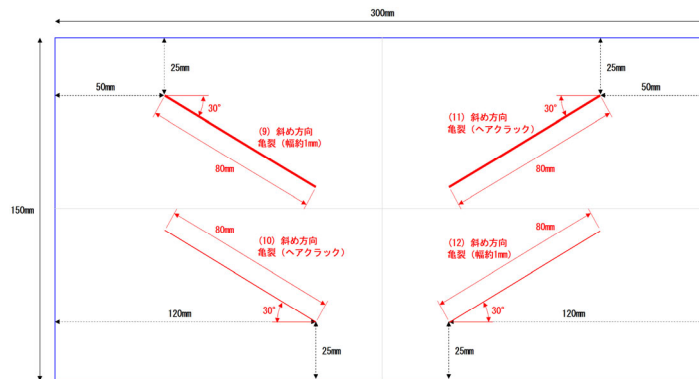
・計測結果

橋梁名		斜張橋		点検年月日		2025年2月12日	
斜材番号		W3		撮影開始位置		桁側定着部から 1.46 m	
変状部材名		保護管		モニター表示距離		走行距離 0.79 m	
変状名		模擬供試体②		変状位置		桁側定着部から 2.25 m	
前回比較(進展の有無)		—		備考			
変状箇所位置				斜材全体			
							
模擬試験体状況							
カメラNo.1				カメラNo.2			
							
地		カメラNo.3	カメラNo.1	天	カメラNo.2	カメラNo.4	地
変状位置							
	単位:mm						

供試体	検出率		的中率		
	(正解箇所数／損傷箇所数(真値))		(正解箇所数／箇所数(誤検出含む))		
模擬損傷供試体②	4 箇所	4 箇所	1.00	4 箇所 / 4 箇所	1.00

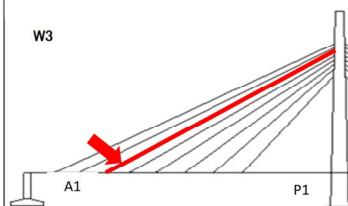
・模擬損傷供試体③ 亀裂(斜め方向)の模擬損傷 [損傷(9)～(12)の計4箇所]

・真値

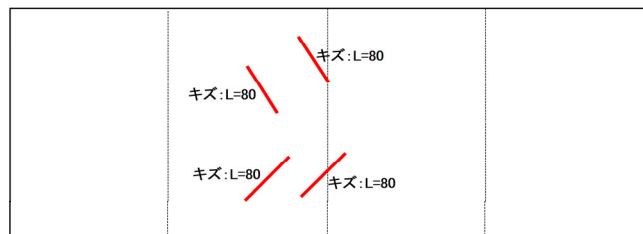


・計測結果

橋梁名	斜張橋	点検年月日	2025年2月12日	
斜材番号	W3	撮影開始位置	桁側定着部から	1.46 m
変状部材名	保護管	モニター表示距離	走行距離	1.39 m
変状名	模擬供試体③	変状位置	桁側定着部から	2.85 m
前回比較(進展の有無)	—	備考		

変 状 箇 所 位 置	W3		斜材全体	
				

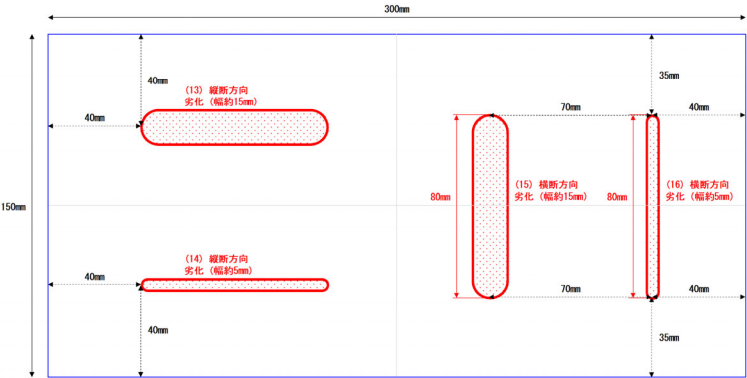
模擬試験体状況	
カメラNo.1	カメラNo.2
	

変 状 位 置	地	カメラNo.3	カメラNo.1	天	カメラNo.2	カメラNo.4	地
							
	単位:mm						
	地						

供試体	検出率 (正解箇所数／損傷箇所数(真値))		的中率 (正解箇所数／箇所数(誤検出含む))		
模擬損傷供試体③	4 箇所	／ 4 箇所	1.00	4 箇所	／ 4 箇所 1.00

・模擬損傷供試体④ 劣化(縦・横方向)の模擬損傷 [損傷(13)～(16)の計4箇所]

・真値



・計測結果

橋梁名	斜張橋	点検年月日	2025年2月12日
斜材番号	W3	撮影開始位置	桁側定着部から 1.46 m
変状部材名	保護管	モニター表示距離	走行距離 1.98 m
変状名	模擬供試体④	変状位置	桁側定着部から 3.44 m
前回比較(進展の有無)	—	備考	

変状箇所位置

W3

斜材全体

模擬試験体状況

カメラNo.1

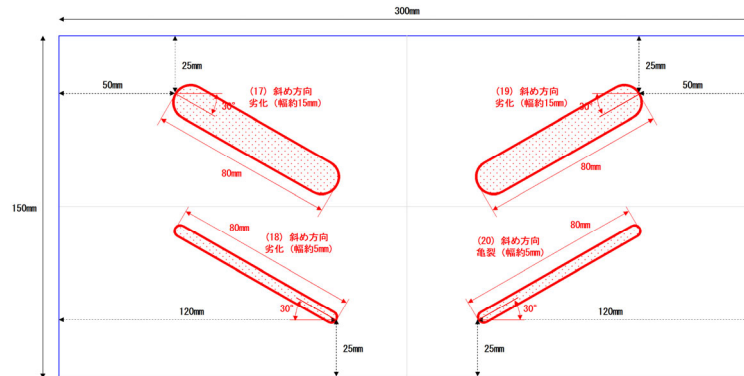
カメラNo.2

変状位置

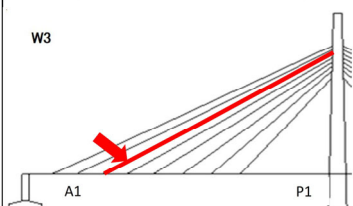
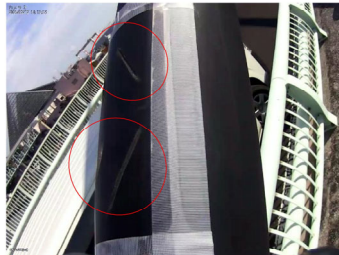
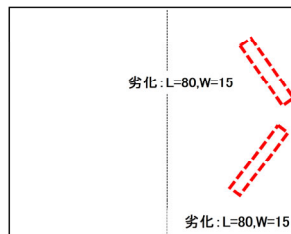
供試体	検出率		的中率
	(正解箇所数／損傷箇所数(真値))		(正解箇所数／箇所数(誤検出含む))
模擬損傷供試体④	4 箇所	／ 4 箇所	1.00
	4 箇所	／ 4 箇所	1.00

・模擬損傷供試体⑤ 劣化(斜め方向)の模擬損傷 [損傷(17)～(20)の計4箇所]

・真値



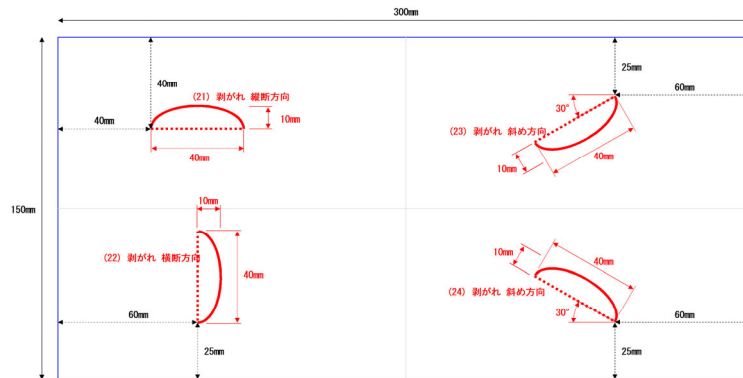
・計測結果

橋梁名	斜張橋	点検年月日	2025年2月12日			
斜材番号	W3	撮影開始位置	桁側定着部から	1.46 m		
変状部材名	保護管	モニター表示距離	走行距離	2.58 m		
変状名	模擬供試体⑤	変状位置	桁側定着部から	4.04 m		
前回比較(進展の有無)	—		備考			
変状箇所位置	斜材全体					
						
模擬試験体状況						
カメラNo.1		カメラNo.2				
						
地	カメラNo.3	カメラNo.1	天	カメラNo.2	カメラNo.4	地
変状位置						
	劣化: L=80, W=15		劣化: L=80, W=10		劣化: L=80, W=10	
劣化: L=80, W=15						
地		天		単位: mm		地

供試体	検出率 (正解箇所数／損傷箇所数(真値))		的中率 (正解箇所数／箇所数(誤検出含む))		
	4 箇所	4 箇所	1.00	4 箇所	4 箇所
模擬損傷供試体⑤	4 箇所	4 箇所	1.00	4 箇所	4 箇所

・模擬損傷供試体⑥ 剥がれ(縦・横・斜め方向)の模擬損傷 [損傷(21)～(24)の計4箇所]

・真値



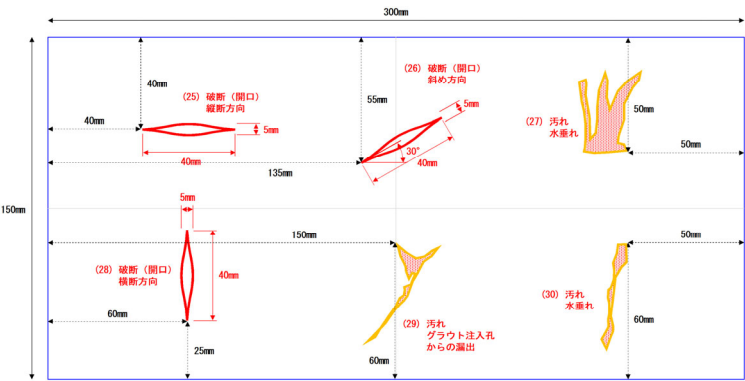
・計測結果

橋梁名	斜張橋	点検年月日	2025年2月12日	
斜材番号	W3	撮影開始位置	桁側定着部から	1.46 m
変状部材名	保護管	モニター表示距離	走行距離	3.18 m
変状名	模擬供試体⑥	変状位置	桁側定着部から	4.64 m
前回比較(進展の有無)	—		備考	
変状箇所位置	斜材全体			
模擬試験体状況				
カメラNo.1		カメラNo.2		
変状位置				
	単位:mm			

供試体	検出率 (正解箇所数／損傷箇所数(真値))		的中率 (正解箇所数／箇所数(誤検出含む))		
模擬損傷供試体⑥	4 箇所	／ 4 箇所	1.00	4 箇所	／ 4 箇所 1.00

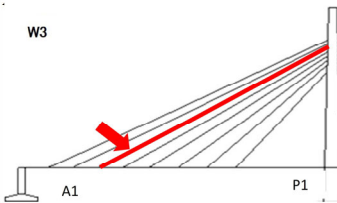
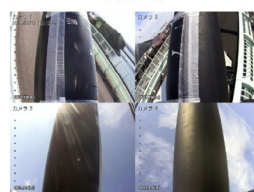
・模擬損傷供試体⑦ 破断、汚れの模擬損傷 [損傷(25)～(30)の計6箇所]

・真値



・計測結果

橋梁名	斜張橋	点検年月日	2025年2月12日	
斜材番号	W3	撮影開始位置	桁側定着部から	1.46 m
変状部材名	保護管	モニター表示距離	走行距離	3.79 m
変状名	模擬供試体⑦	変状位置	桁側定着部から	5.25 m
前回比較(進展の有無)	—	備考		

変 状 箇 所 位 置	W3 	斜材全体	
			

模擬試験体状況	
カメラNo.1	カメラNo.2
	

地	カメラNo.3	カメラNo.1	天	カメラNo.2	カメラNo.4	地
変 状 位 置	汚れ: L=30,W=20		汚れ: L=30,W=5		汚れ: L=30,W=15	
	破断: L=40,W=5		破断: L=40,W=5		破断: L=40,W=5	
	破断: L=40,W=5		破断: L=40,W=5		破断: L=40,W=5	
	破断: L=40,W=5		破断: L=40,W=5		破断: L=40,W=5	
地	天				地	

単位:mm	
-------	--

供試体	検出率		的中率
	(正解箇所数／損傷箇所数(真値))		(正解箇所数／箇所数(誤検出含む))
模擬損傷供試体⑦	6 箇所	／ 6 箇所	1.00
	6 箇所	／ 8 箇所	0.75

模擬損傷供試体①～⑦の損傷検出状況を整理すると下記の通りとなる。

供試体	検出率 (正解箇所数／損傷箇所数(真値))			的中率 (正解箇所数／箇所数(誤検出含む))				
模擬損傷供試体①	4 箇所	／	4 箇所	1.00	4 箇所	／	4 箇所	1.00
模擬損傷供試体②	4 箇所	／	4 箇所	1.00	4 箇所	／	4 箇所	1.00
模擬損傷供試体③	4 箇所	／	4 箇所	1.00	4 箇所	／	4 箇所	1.00
模擬損傷供試体④	4 箇所	／	4 箇所	1.00	4 箇所	／	4 箇所	1.00
模擬損傷供試体⑤	4 箇所	／	4 箇所	1.00	4 箇所	／	4 箇所	1.00
模擬損傷供試体⑥	4 箇所	／	4 箇所	1.00	4 箇所	／	4 箇所	1.00
模擬損傷供試体⑦	6 箇所	／	6 箇所	1.00	6 箇所	／	6 箇所	1.00
全体	30 箇所	／	30 箇所	1.00	30 箇所	／	30 箇所	1.00

※色識別性能 K-1 [24色カラーチャート：斜材W3ケーブル上面に配置]

■ カメラ名称：VB-S30D

■ 被写体距離：0.3m～∞ ■ 照度：49.8.2kLux ■ 風速：0.0～1.8 m/s

■ 気温：7.6℃

■ 焦点距離：2.25(W端)～7.88mm(T端) ■ シャッター速度：1～1/160000秒

■ 絞り：F1.4(W端)～F2.6(T端) ■ ISO値：デイモード(カラー)：0.95 luxナイトモード(白黒)：0.5 lux

■ フォーカス：オート/ワンショットAF/マニュアル/無限遠固定 ■ 画像Pixel数：1920×1080

K-1 計測比較



立会者撮影

K-1:開発者撮影

RGB値比較

真値：カラーチャートの販売業者が提供しているRGB値

計測値：開発者が撮影した画像のRGB値(下表の赤枠内)

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	38	41	32	43	45
A-2	80	105	80	97	78	105
A-3	122	187	118	176	116	184
A-4	161	214	157	208	154	217
A-5	202	221	198	223	195	237
A-6	249	227	242	229	238	245
B-1	25	67	55	87	135	233
B-2	57	140	146	241	64	75
B-3	186	254	26	62	51	90
B-4	245	249	205	250	0	88
B-5	192	226	75	141	145	243
B-6	0	103	127	164	159	195
C-1	238	255	158	207	25	109
C-2	157	239	188	255	54	116
C-3	83	167	58	130	106	229
C-4	195	255	79	172	95	203
C-5	58	182	88	201	159	255
C-6	222	255	118	195	32	166
D-1	112	120	76	58	60	47
D-2	197	255	145	200	125	167
D-3	87	163	120	193	155	244
D-4	82	97	106	120	60	48
D-5	126	184	125	192	174	254
D-6	98	176	187	251	166	200

※色識別性能 K-2 [24色カラーチャート：斜材W3ケーブル下面に配置]

■ カメラ名称：VB-S30D

■ 被写体距離：0.3m～∞ ■ 照度：49.8.2kLux ■ 風速：0.0～1.8 m/s

■ 気温：7.6 °C

■ 焦点距離：2.25(W端)～7.88mm(T端) ■ シャッター速度：1～1/160000秒

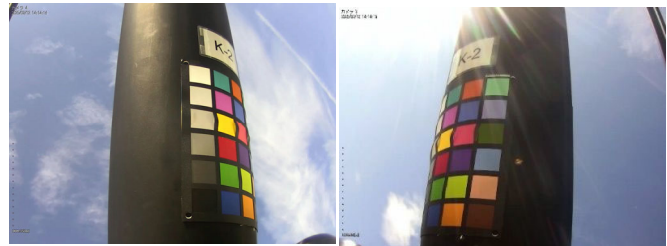
■ 絞り：F1.4(W端)～F2.6(T端) ■ ISO値：デイモード(カラー)：0.95 luxナイトモード(白黒)：0.5 lux

■ フォーカス：オート/ワンショットAF/マニュアル/無限遠固定 ■ 画像Pixel数：1920×1080

K-2 計測比較



立会者撮影



K-2:開発者撮影

RGB値比較

真値：カラーチャートの販売業者が提供しているRGB値

計測値：開発者が撮影した画像のRGB値(下表の赤枠内)

	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	28	43	18
A-2	80	78	80	68	78	47
A-3	122	154	118	144	116	106
A-4	161	217	157	200	154	153
A-5	202	240	198	223	195	174
A-6	249	254	242	240	238	185
B-1	25	47	55	59	135	94
B-2	57	96	146	152	64	30
B-3	186	196	26	52	51	46
B-4	245	255	205	223	0	29
B-5	192	215	75	100	145	150
B-6	0	86	127	147	159	119
C-1	238	226	158	142	25	41
C-2	157	198	188	210	54	44
C-3	83	118	58	87	106	122
C-4	195	245	79	112	95	104
C-5	58	112	88	123	159	167
C-6	222	224	118	105	32	43
D-1	112	71	76	36	60	19
D-2	197	183	145	123	125	80
D-3	87	108	120	118	155	132
D-4	82	72	106	78	60	32
D-5	126	130	125	121	174	139
D-6	98	128	187	162	166	105

技術番号	BR010086
------	----------

技術名	自走式斜材点検ロボット(斜材表面の変状)	開発者名	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京株式会社
-----	----------------------	------	-------------------------

試験日	令和6年 2 月 14 日	天候	晴れ	気温	7.6 °C	風速	1.8 m/s
-----	---------------	----	----	----	--------	----	---------

試験場所	実橋
------	----

カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	斜材の変状	試験区分	標準試験 現場試験
--------	--------	------	------	-------	------	--------------

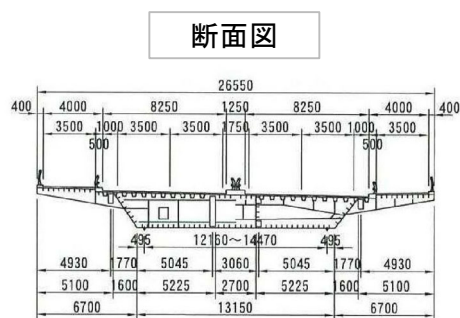
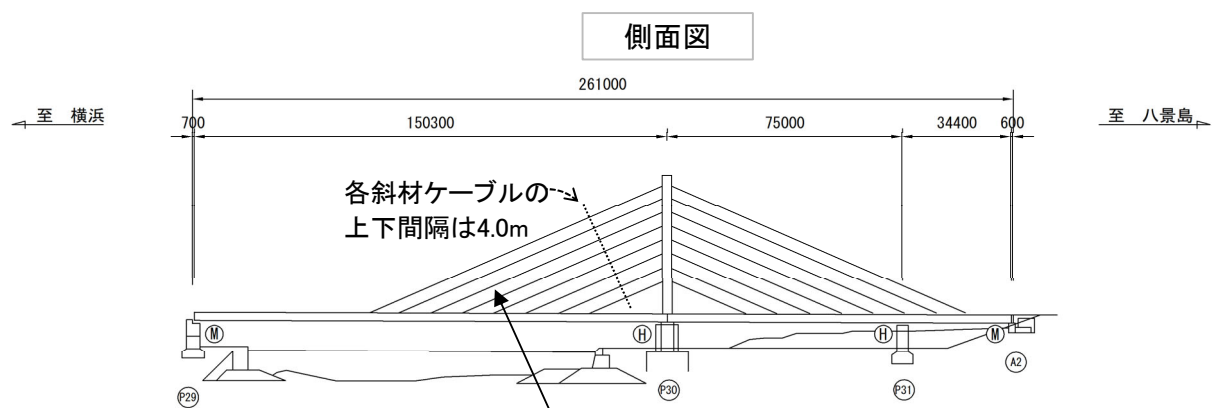
試験で確認する カタログ項目	可動範囲 動作確認(精度を除く)
-------------------	---------------------

対象構造物の概要

橋梁形式:3径間連続鋼斜張橋(箱桁橋)

橋長:261m

支間長:259.7m(150.3m+75.0m+34.4m)



計測対象斜材: W3ケーブル 左(外)から3本目



W3ケーブル

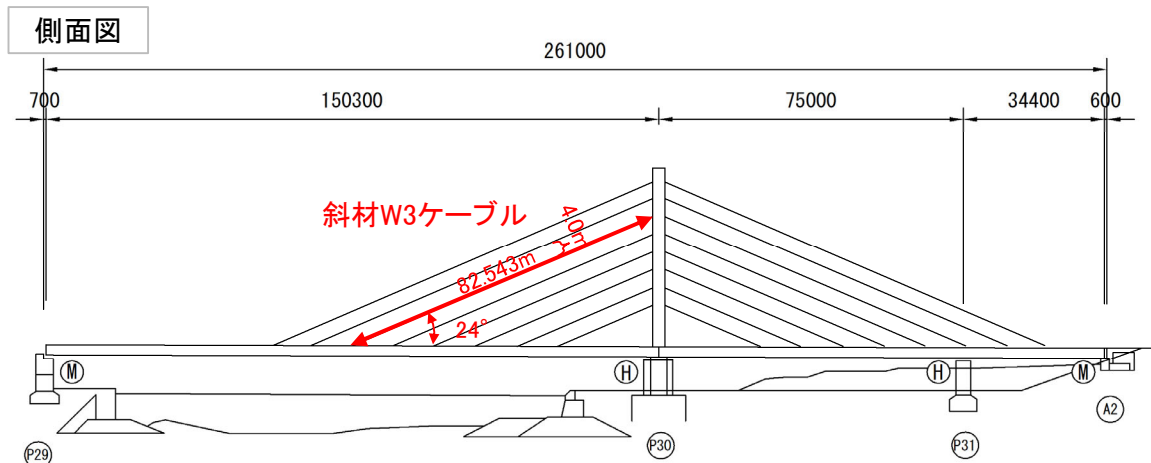
斜材長: 82.543m

斜材外径: 180mm

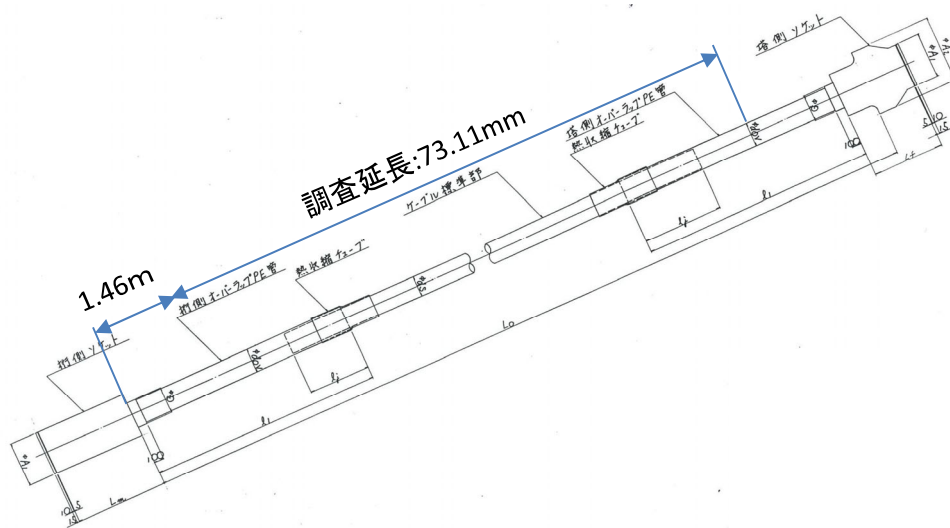
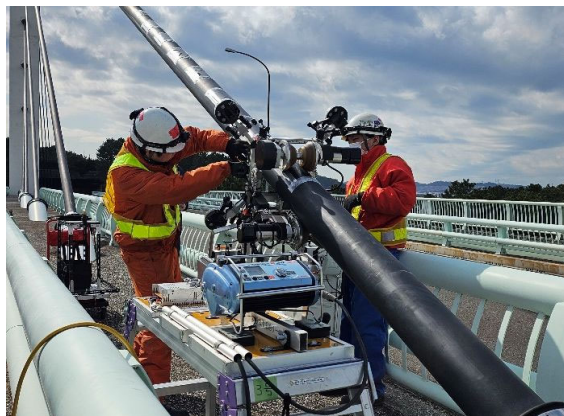
斜材角度: 24°

試験方法(手順)		技術番号	BR010086
①	計測機器(本体(自走式斜材点検ロボット))をセットする。(写真-1) (W3ケーブルの斜材長は82.543m、各斜材ケーブルの上下間隔は4.0m)		
②	計測機器(安全装置、アンテナ、操作用PC、モニター、バッテリー)をセットする。(写真-2)		
③	点検ロボットを斜材W3ケーブル上を移動させモニターで確認する。(写真-3)		
④	斜材上で自走式斜材点検ロボットを移動させ、主桁定着部から主塔間を往復する。(写真-4)		
⑤	上記の斜材ケーブル長を、機器が移動できるかを確認する。		

開発者による計測機器の設置状況



自走式斜材点検ロボットを斜材W3ケーブルに設置し、斜材上を移動させた。
主桁定着部から主塔定着部のオーバーラップ管境界部までを移動、往復することができた。

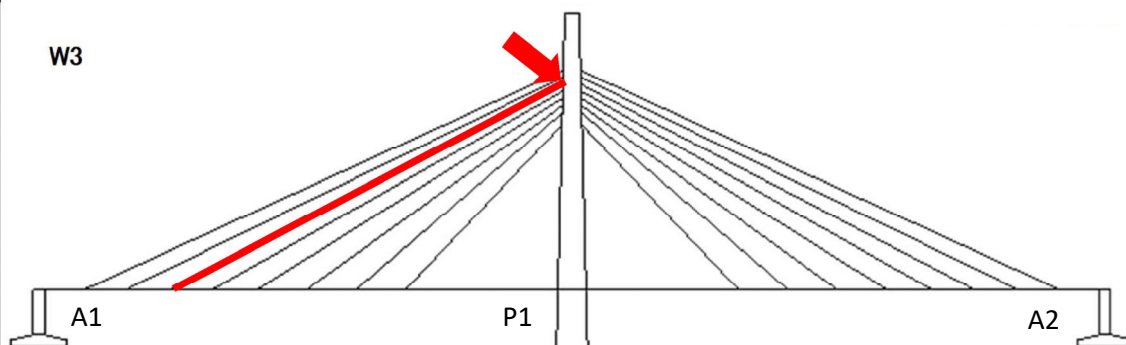


※可動範圍:調査延長73.11m(モ二タ一表示)

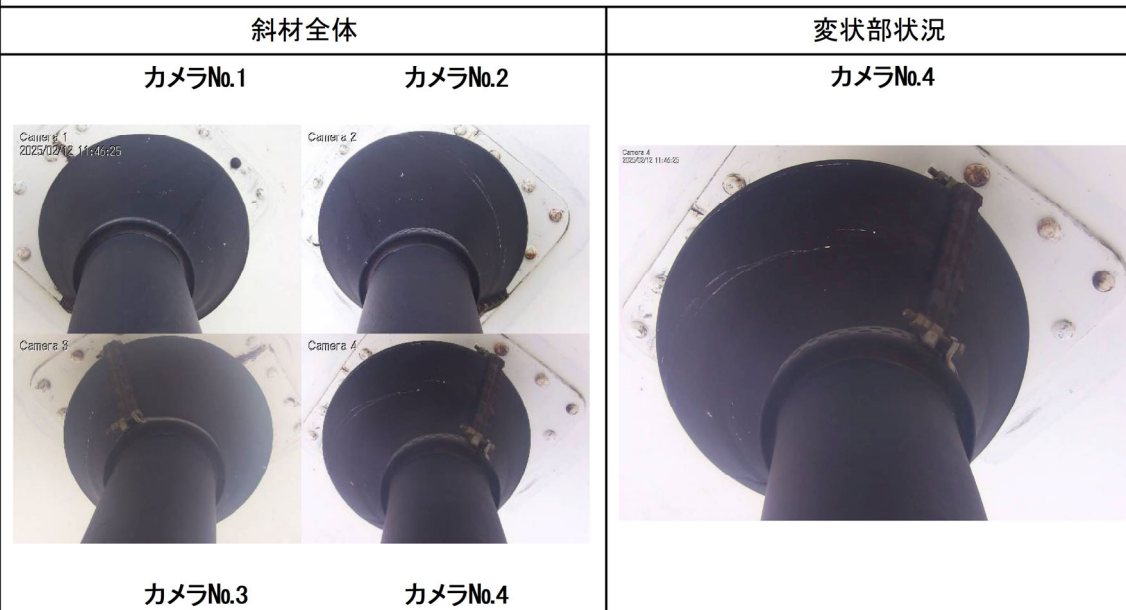
※計測結果例(1)

橋梁名	斜張橋	点検年月日	2025年2月12日
斜材番号	W3	撮影開始位置	桁側定着部から 1.46 m
変状部材名	塔側定着部	モニター表示距離	走行距離 73.11 m
変状名	変状なし	変状位置	桁側定着部から 74.57 m
前回比較(進展の有無)	—	備考	

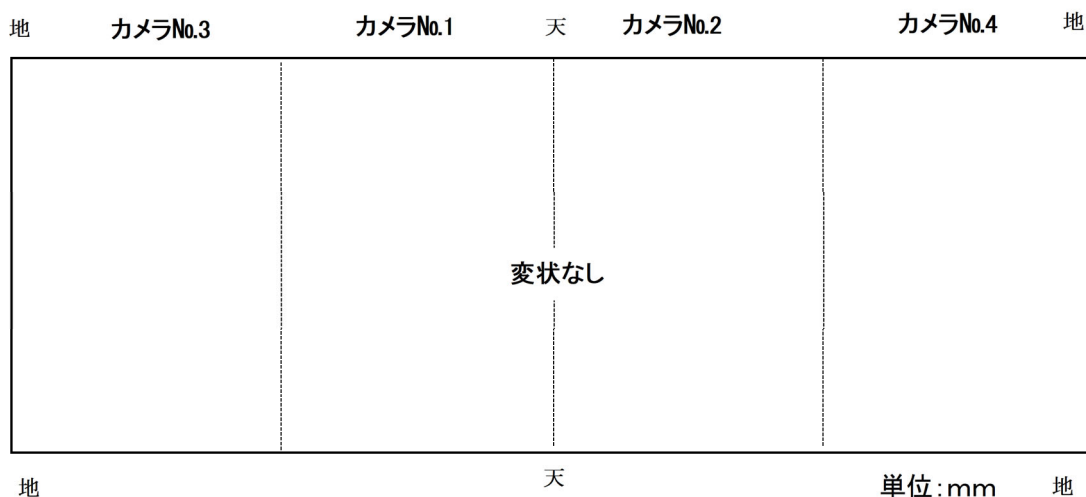
変状箇所位置



変状写真



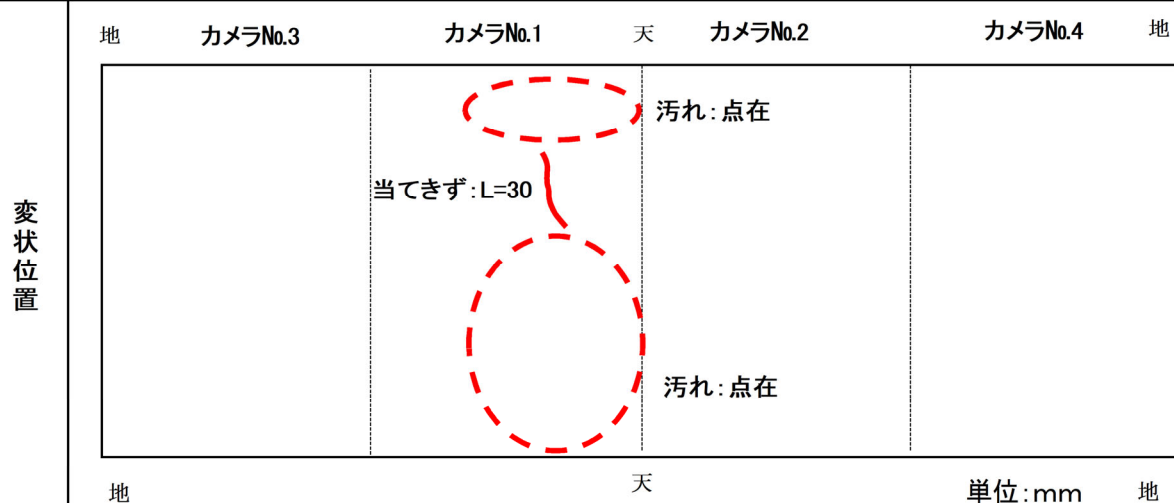
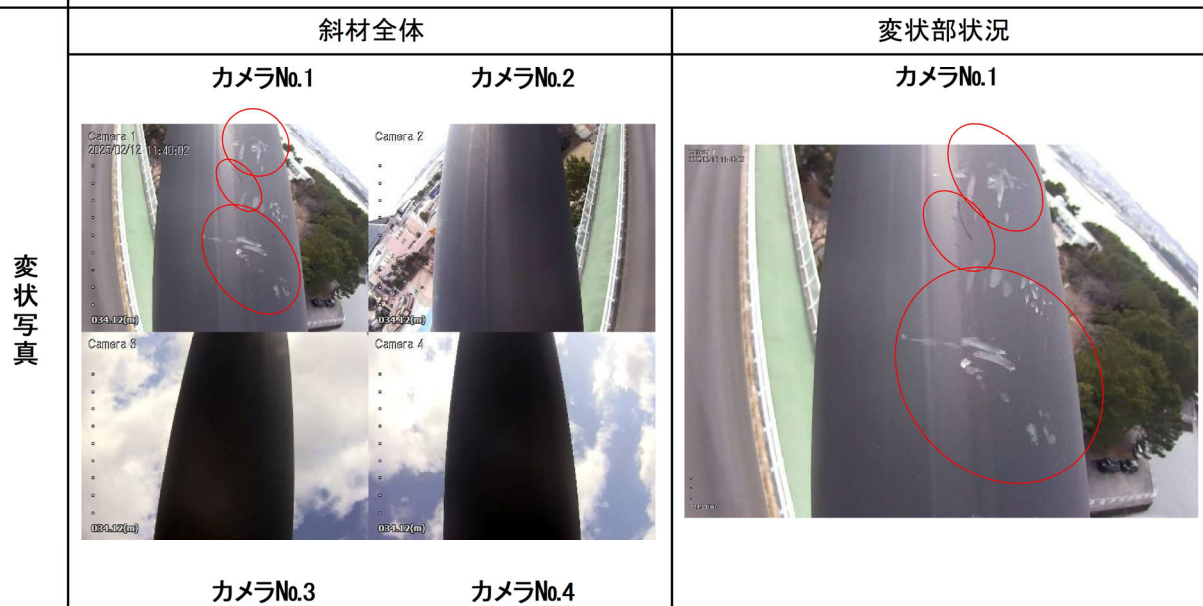
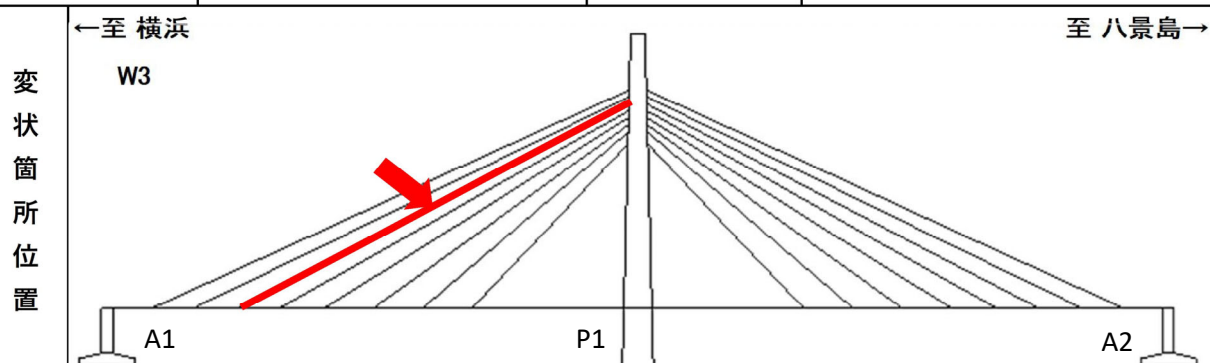
変状位置



単位:mm

※計測結果例(2)

橋梁名	斜張橋	点検年月日	2025年2月12日
斜材番号	W3	撮影開始位置	桁側定着部から 1.46 m
変状部材名	保護管	モニター表示距離	走行距離 34.12 m
変状名	当てきず・汚れ	変状位置	桁側定着部から 35.58 m
前回比較(進展の有無)	—	備考	



技術番号	BR010087
------	----------

室内照明有り

技術名	水上ドローンを活用した溝橋や桁下面点検支援技術	開発者名	西部マリン・サービス株式会社
-----	-------------------------	------	----------------

試験日	令和6年 12 月 23 日	天候	-	気温	5.0 °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	剥離	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 可動範囲 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2台の架台に配置した。(写真-1、2、3)

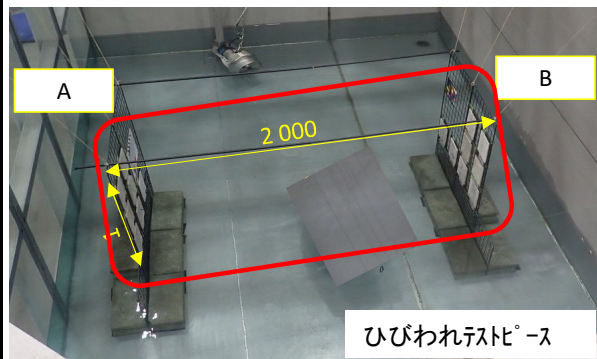


写真-1：ひびわれパネル設置架台

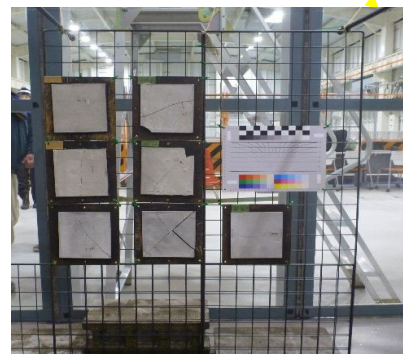


写真-2：架台A（7パネル）

パネル番号とひびわれ方向（縦、横、斜）



写真-3：架台B（7パネル）

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

試験方法(手順)		技術番号	BR010087
①	撮影機器等(BLUE ROV2(本体)、Gopro(10、11)、水中ライト、Suptig 2機、ノートパソコン(モニター)(写真-4)		
②	撮影機器等抜粋写真(コントローラ、動力ファン(8機装着)、、ノートパソコン(モニター)、バッテリー)(写真-5)		
③	撮影状況(カラーチャート撮影)(写真-6)		
④	流速有り(攪拌機による水流の発生)(写真-7)		
⑤	撮影画像より、カラーチャートのRGB値を求める。水流有無による進入可能性能を確認する。		

開発者による計測機器の設置状況

カメラ

水中ライト

Suptig

有線ケーブル

コントローラ

動力ファン

バッテリー

写真-4

写真-5

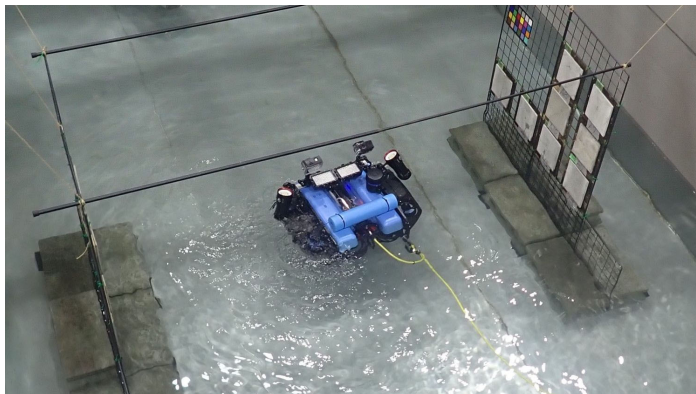
写真-6

写真-7

付録2-1-2379

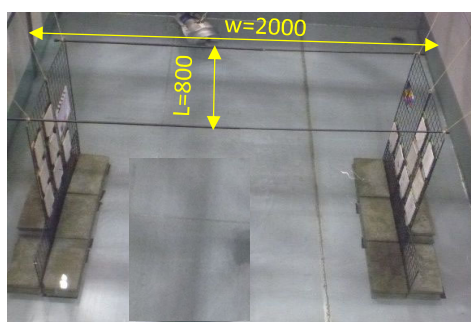
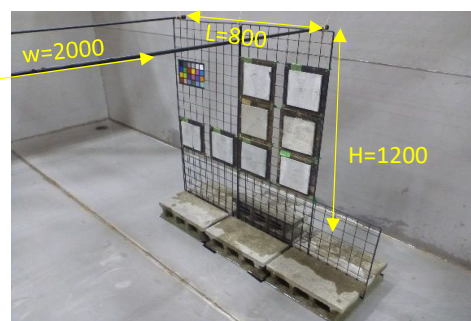
※安定性能

■流速: 0.262m/s～0.564m/s、水深0.5m



水流を発生した状態での移動量を確認する。

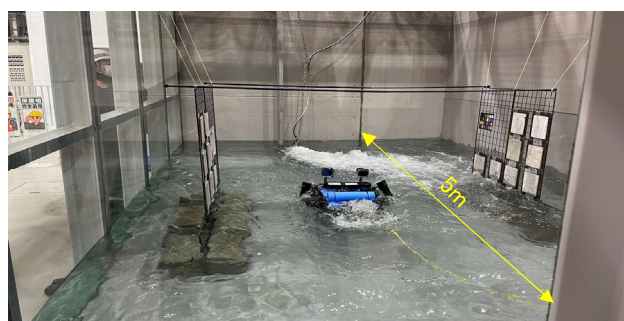
※進入可能性能



水深0.5mで、W2.0m×H0.7m×L0.8mの空間において、進入可能かを確認する。

※可動範囲

水槽の延長5.0mを可動可能かを確認する。



※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。

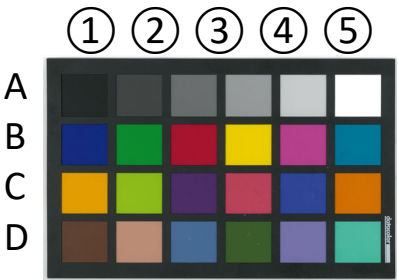


写真-8



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

※安定性能:変化量:0cm

※進入可能性能:W2.0m×H0.7m×L0.8mの空間を進入可能（流速無し、流速有り:0.262～0.564m/s）

※色識別性能

■カメラ名称:GoPro HERO 11 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 872 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32～1/256) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(511～1600)

■フォーカス:Auto ■画像Pixel数: 5568×4872

■カメラ名称:GoPro HERO 10 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 872 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32～1/128) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(800～1600)

■フォーカス:Auto ■画像Pixel数: 5568×4176



立会者撮影



GoPro HERO 11



GoPro HERO 10

GoPro HERO 11撮影画像

	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	43	43	35
A-2	80	78	80	68	78	56
A-3	122	120	118	109	116	91
A-4	161	164	157	150	154	124
A-5	202	217	198	201	195	168
A-6	249	241	242	222	238	189
B-1	25	40	55	33	135	101
B-2	57	79	146	135	64	36
B-3	186	190	26	72	51	58
B-4	245	255	205	225	0	0
B-5	192	199	75	93	145	129
B-6	0	69	127	120	159	151
C-1	238	234	158	167	25	0
C-2	157	159	188	187	54	14
C-3	83	84	58	56	106	77
C-4	195	210	79	96	95	85
C-5	58	73	88	69	159	130
C-6	222	244	118	147	32	34
D-1	112	94	76	63	60	42
D-2	197	203	145	144	125	100
D-3	87	96	120	103	155	122
D-4	82	88	106	98	60	45
D-5	126	144	125	123	174	154
D-6	98	134	187	190	166	145

GoPro HERO 10撮影画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	37	41	34	43	27
A-2	80	61	80	58	78	41
A-3	122	97	118	91	116	69
A-4	161	144	157	137	154	107
A-5	202	202	198	194	195	158
A-6	249	233	242	224	238	191
B-1	25	28	55	26	135	90
B-2	57	55	146	119	64	25
B-3	186	159	26	53	51	37
B-4	245	226	205	210	0	0
B-5	192	175	75	82	145	111
B-6	0	53	127	103	159	128
C-1	238	208	158	155	25	0
C-2	157	137	188	172	54	8
C-3	83	68	58	44	106	66
C-4	195	187	79	79	95	64
C-5	58	58	88	59	159	115
C-6	222	212	118	134	32	25
D-1	112	82	76	54	60	32
D-2	197	179	145	131	125	82
D-3	87	77	120	89	155	105
D-4	82	70	106	87	60	33
D-5	126	123	125	107	174	133
D-6	98	116	187	174	166	126

※色識別性能

■カメラ名称:GoPro HERO 11 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 872 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32~1/256) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(511~1600)

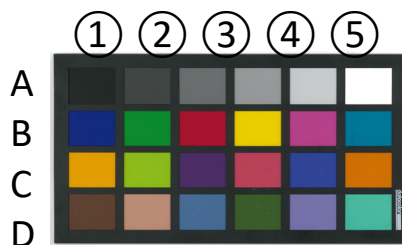
■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568×4872

■カメラ名称:GoPro HERO 10 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 872 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32~1/128) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(800~1600)

■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568×4176



立会者撮影



オルソ画像

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	56	41	49	43	40
A-2	80	84	80	76	78	63
A-3	122	126	118	115	116	96
A-4	161	172	157	158	154	133
A-5	202	217	198	200	195	168
A-6	249	240	242	222	238	189
B-1	25	45	55	38	135	107
B-2	57	87	146	142	64	46
B-3	186	190	26	74	51	60
B-4	245	252	205	218	0	2
B-5	192	199	75	96	145	130
B-6	0	73	127	120	159	150
C-1	238	232	158	165	25	1
C-2	157	156	188	185	54	19
C-3	83	88	58	63	106	82
C-4	195	209	79	97	95	85
C-5	58	72	88	70	159	132
C-6	222	240	118	144	32	31
D-1	112	98	76	67	60	45
D-2	197	204	145	146	125	99
D-3	87	96	120	103	155	122
D-4	82	90	106	101	60	46
D-5	126	143	125	123	174	155
D-6	98	131	187	187	166	142

技術番号	BR010087				室内照明有り				
技術名	水上ドローンを活用した溝橋や桁下面点検支援技術				開発者名	西部マリン・サービス株式会社			
試験日	令和6年 12 月 23 日	天候	-		気温	5.0	℃	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	剥離		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。

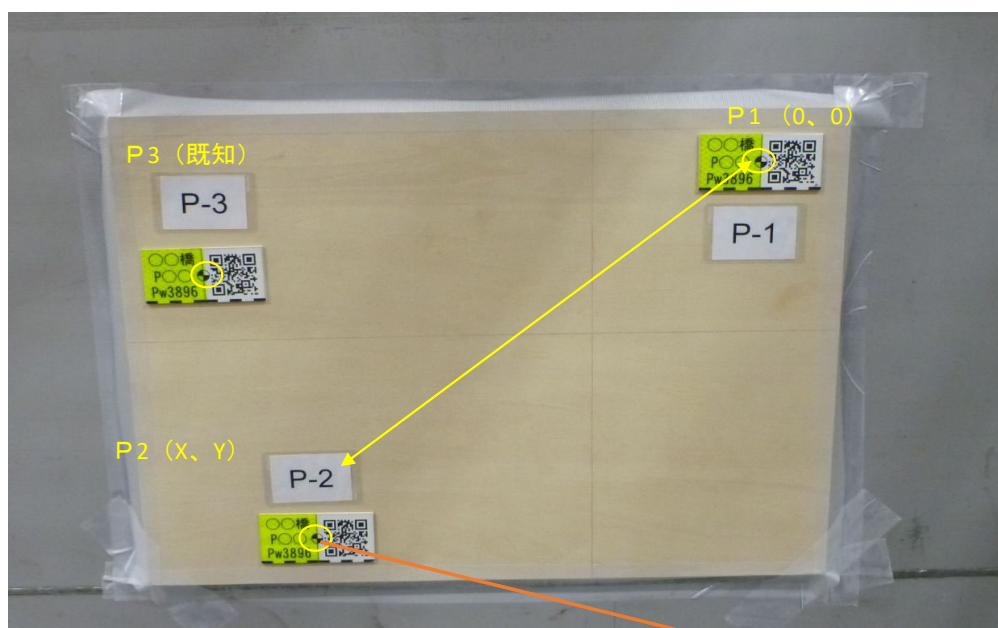


写真-1

マーカ座標



試験方法(手順)		技術番号	BR010087
①	撮影機器等 (BLUE ROV2(本体)、Gopro(10、11)、水中ライト、Suptig 2機、ノートパソコン(モニター) (写真-4)		
②	撮影機器等抜粋写真(コントローラ、動力ファン(8機装着)、、ノートパソコン(モニター)、バッテリー) (写真-5)		
③	撮影状況(マーカー撮影) (写真-6)		
④	撮影状況(マーカー撮影) (写真-6)		
⑤	撮影画像より、オルソ画像を作成し、マーカー座標値と距離(長さ)を計測する。		

開発者による計測機器の設置状況

カメラ

水中ライト

Suptig

有線ケーブル

写真-4

コントローラ

動力ファン

写真-5

バッテリー

写真-5

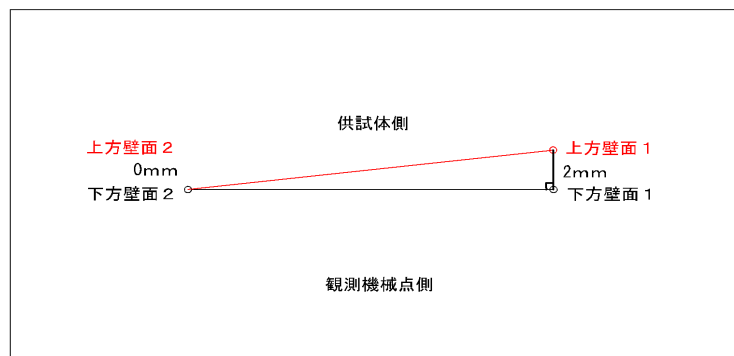
写真-6

写真-7

※長さ計測精度/位置精度

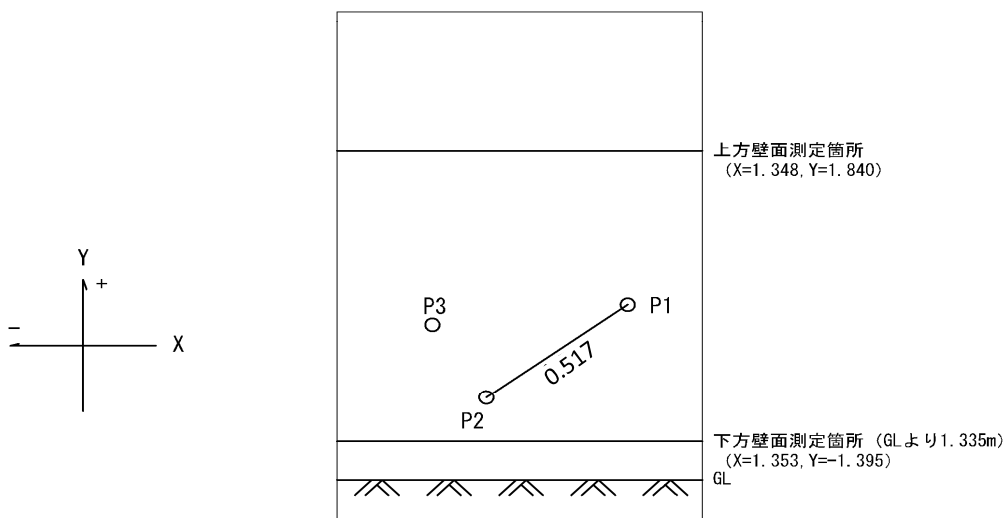
立会者によりP1 (0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

ボード平面図



※ X 軸は下方壁面方向を基線とする。

ボード側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

ボードマーカース座標値

点 名	X 座 標	Y 座 標	Z 座 標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-0.376	-0.355	0.000
P3	-0.458	-0.095	-0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: GoPro HERO 11 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 872 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32~1/256) ■絞り: f/2.4 ■ISO値: 自動(511~1600)

■フォーカス: Auto ■画像Pixel数: 5568 × 4872

■カメラ名称: GoPro HERO 10 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 872 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32~1/128) ■絞り: f/2.4 ■ISO値: 自動(800~1600)

■フォーカス: Auto ■画像Pixel数: 5568 × 4176

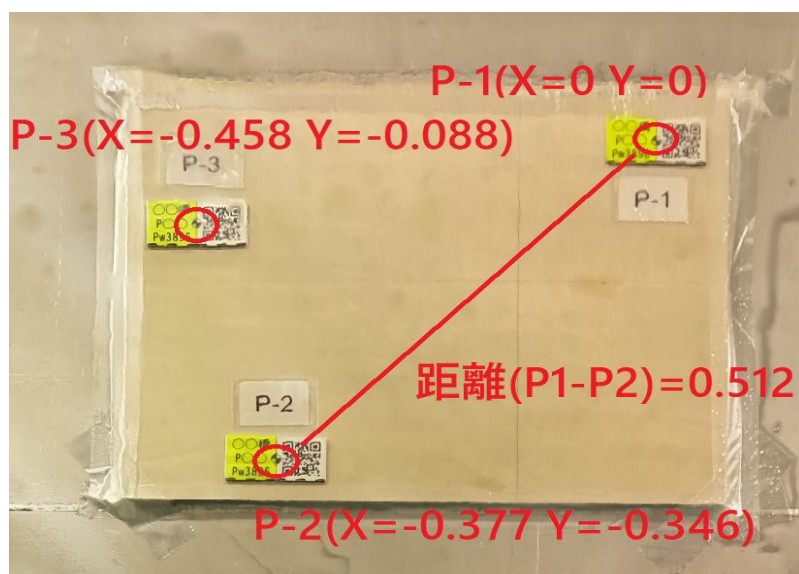


写真-6 オルソ画像

ボードマーカース座標値

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					
P2	-0.376	-0.377	0.001	-0.355	-0.346	-0.009	0.517	0.512	99.0%
P3	-0.458	-0.458		-0.095	-0.088				

技術番号	BR010087				室内照明無し								
技術名	水上ドローンを活用した溝橋や桁下面点検支援技術				開発者名	西部マリン・サービス株式会社							
試験日	令和6年	12	月	23	日	天候	-	気温	4.7	℃	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		剥離		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 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2台の架台に配置した。(写真-1、2、3)

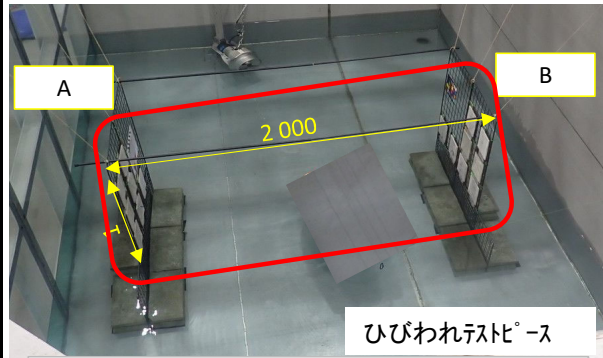


写真-1：ひびわれパネル設置架台

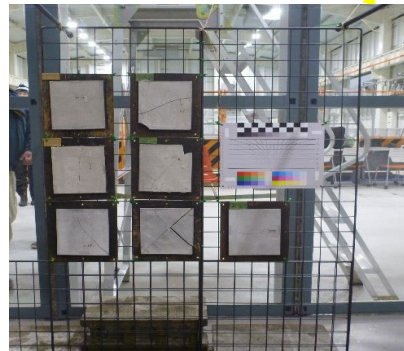


写真-2：架台A（7パネル）

パネル番号とひびわれ方向（縦、横、斜）

架台A

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

架台B

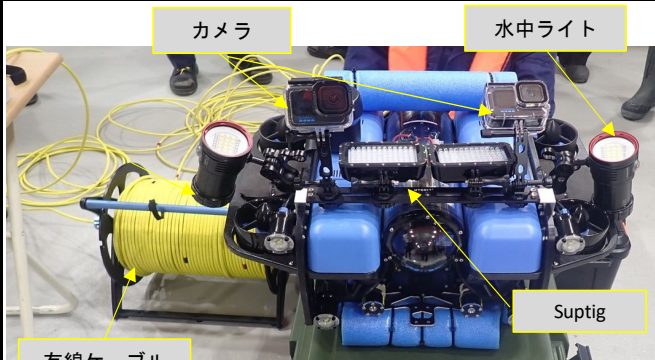
		A-8 縦	A-9 縦
		A-10 横	A-11 斜
A-12 横	A-13 縦	A-14 斜	A-15 横



写真-3：架台B（7パネル）

試験方法(手順)		技術番号	BR010087
①	撮影機器等 (BLUE ROV2(本体)、Gopro(10、11)、水中ライト、Suptig 2機、ノートパソコン(モニター) (写真-4)		
②	撮影機器等抜粋写真(コントローラ、動力ファン(8機装着)、、ノートパソコン(モニター)、バッテリー) (写真-5)		
③	撮影状況(カラーチャート撮影) (写真-6)		
④	撮影状況(カラーチャート撮影) (写真-7)		
⑤	撮影画像より、カラーチャートのRGB値を求める。水流有無による進入可能性能を確認する。		

開発者による計測機器の設置状況



カメラ

水中ライト

Suptig

有線ケーブル

写真-4



コントローラ

動力ファン

バッテリー

写真-5



写真-6

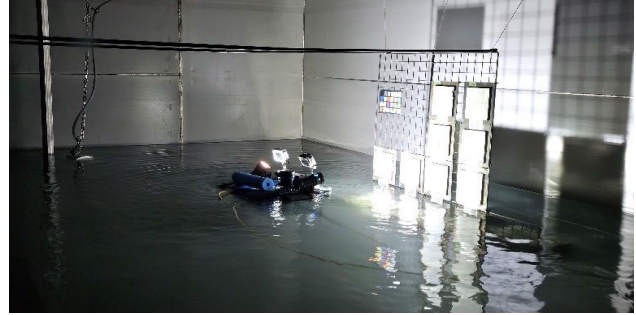
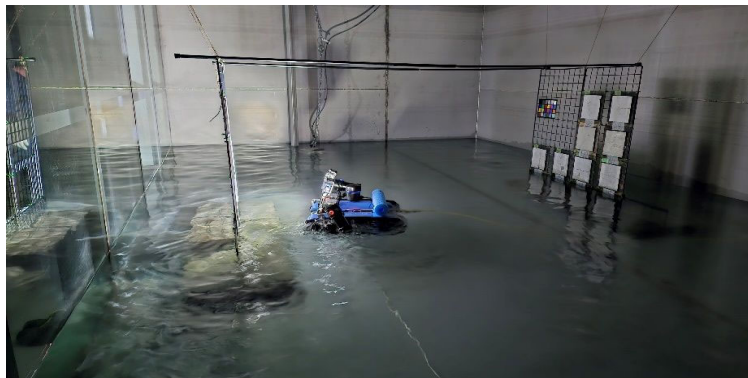


写真-7

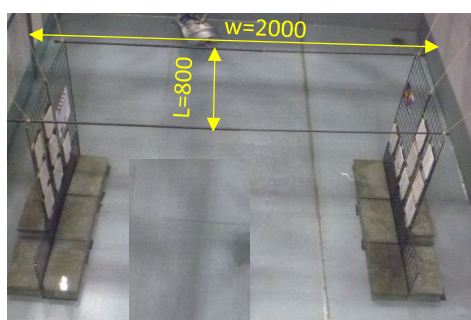
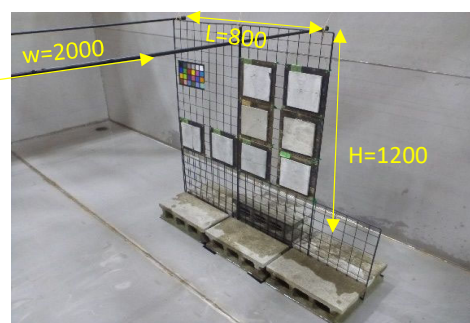
※安定性能

■流速無し、水深0.5m



水流をしない状態での移動量を確認する。

※進入可能性能



水深0.5mで、W2.0m×H0.7m×L0.8mの空間において、進入可能かを確認する。

※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。

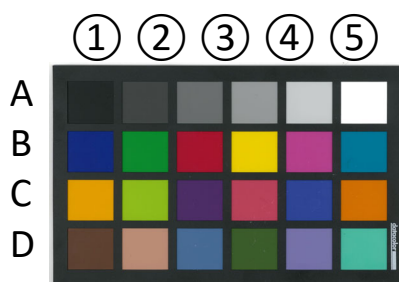


写真-8



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

※安定性能:変化量:0cm

※進入可能性能:W2.0m×H0.7m×L0.8mの空間を進入可能（流速無し）

※色識別性能

■カメラ名称:GoPro HERO 11 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 89.4 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/256~1/1024) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(100~678)

■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568×4872

■カメラ名称:GoPro HERO 10 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 89.4 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32~1/1024) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(100~898)

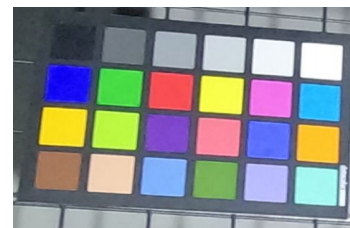
■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568×4176



立会者撮影



GoPro HERO 11



GoPro HERO 10

GoPro HERO 11撮影画像

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
A-1	43	74	41	80	43	96
A-2	80	162	80	167	78	196
A-3	122	200	118	206	116	240
A-4	161	226	157	232	154	254
A-5	202	253	198	251	195	254
A-6	249	255	242	251	238	255
B-1	25	37	55	8	135	255
B-2	57	106	146	255	64	111
B-3	186	255	26	101	51	113
B-4	245	254	205	255	0	127
B-5	192	255	75	140	145	255
B-6	0	77	127	220	159	255
C-1	238	255	158	242	25	97
C-2	157	216	188	255	54	128
C-3	83	177	58	92	106	255
C-4	195	255	79	161	95	198
C-5	58	127	88	144	159	255
C-6	222	255	118	211	32	74
D-1	112	224	76	160	60	132
D-2	197	255	145	227	125	213
D-3	87	165	120	207	155	255
D-4	82	161	106	217	60	122
D-5	126	212	125	212	174	255
D-6	98	190	187	255	166	255

GoPro HERO 10撮影画像

	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	56	43	68
A-2	80	113	80	123	78	132
A-3	122	168	118	178	116	188
A-4	161	207	157	217	154	226
A-5	202	239	198	247	195	250
A-6	249	255	242	255	238	255
B-1	25	25	55	12	135	250
B-2	57	72	146	218	64	75
B-3	186	250	26	79	51	85
B-4	245	250	205	255	0	77
B-5	192	248	75	121	145	238
B-6	0	35	127	188	159	255
C-1	238	252	158	226	25	28
C-2	157	188	188	248	54	65
C-3	83	129	58	76	106	208
C-4	195	255	79	140	95	163
C-5	58	95	88	116	159	255
C-6	222	255	118	199	32	40
D-1	112	171	76	124	60	94
D-2	197	242	145	211	125	183
D-3	87	133	120	183	155	255
D-4	82	120	106	179	60	95
D-5	126	186	125	189	174	255
D-6	98	168	187	250	166	244

※色識別性能

■カメラ名称:GoPro HERO 11 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 89.4 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/256~1/1024) ■絞り: f/2.4 ■ISO値: 自動(100~678)

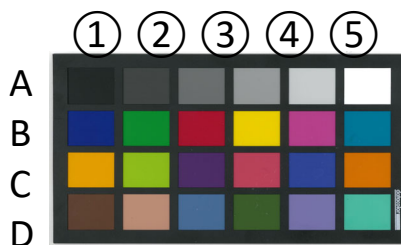
■フォーカス: Auto ■画像Pixel数: 5568 × 4872

■カメラ名称:GoPro HERO 10 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 89.4 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32~1/1024) ■絞り: f/2.4 ■ISO値: 自動(100~898)

■フォーカス: Auto ■画像Pixel数: 5568 × 4176



立会者撮影



オルソ画像

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	15	41	18	43	22
A-2	80	94	80	98	78	106
A-3	122	137	118	144	116	155
A-4	161	179	157	188	154	206
A-5	202	194	198	202	195	209
A-6	249	211	242	218	238	224
B-1	25	1	55	1	135	208
B-2	57	46	146	195	64	32
B-3	186	227	26	46	51	48
B-4	245	218	205	220	0	17
B-5	192	211	75	75	145	200
B-6	0	1	127	150	159	229
C-1	238	237	158	201	25	13
C-2	157	166	188	229	54	33
C-3	83	113	58	32	106	200
C-4	195	231	79	103	95	129
C-5	58	54	88	75	159	233
C-6	222	230	118	150	32	1
D-1	112	160	76	102	60	62
D-2	197	224	145	186	125	160
D-3	87	109	120	157	155	236
D-4	82	98	106	156	60	38
D-5	126	158	125	157	174	238
D-6	98	120	187	220	166	206

技術番号	BR010087	室内照明無し			
技術名	水上ドローンを活用した溝橋や桁下面点検支援技術	開発者名	西部マリン・サービス株式会社		
試験日	令和6年 12 月 23 日	天候	-	気温	4.7 °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	剥離	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。

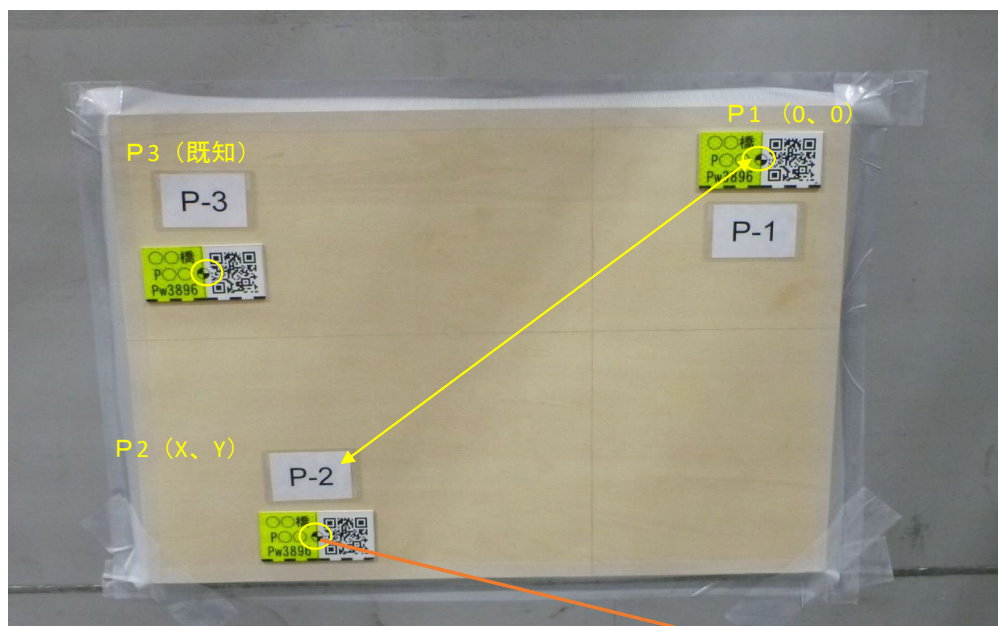


写真-1

マーカース座標



試験方法(手順)		技術番号	BR010087
①	撮影機器等 (BLUE ROV2(本体)、Gopro(10、11)、水中ライト、Suptig 2機、ノートパソコン(モニター) (写真-4)		
②	撮影機器等抜粋写真(コントローラ、動力ファン(8機装着)、、ノートパソコン(モニター)、バッテリー) (写真-5)		
③	撮影状況(マーカー撮影) (写真-6)		
④	撮影状況(マーカー撮影) (写真-6)		
⑤	撮影画像より、オルソ画像を作成し、マーカー座標値と距離(長さ)を計測する。		

開発者による計測機器の設置状況

カメラ

水中ライト

Suptig

有線ケーブル

写真-4

コントローラ

動力ファン

バッテリー

写真-5

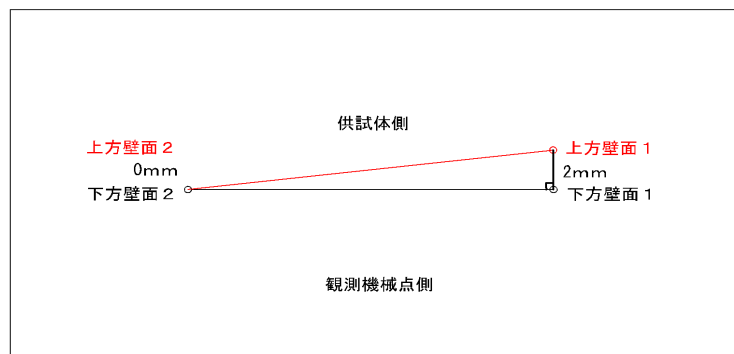
写真-6

写真-7

※長さ計測精度/位置精度

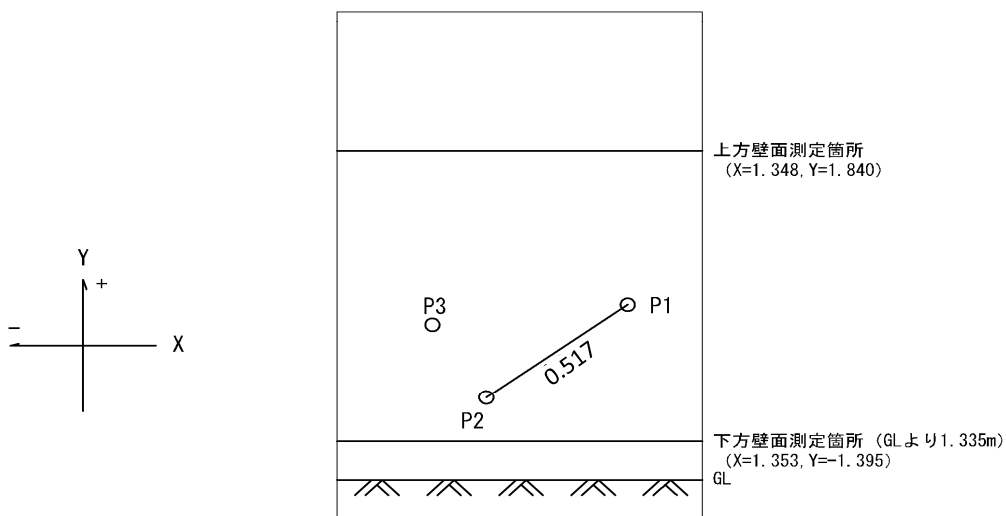
立会者によりP1 (0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

ボード平面図



※ X 軸は下方壁面方向を基線とする。

ボード側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

ボードマーカース座標値

点 名	X 座 標	Y 座 標	Z 座 標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-0.376	-0.355	0.000
P3	-0.458	-0.095	-0.001

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称:GoPro HERO 11 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 89.4 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/256~1/1024) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(100~678)

■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568 × 4872

■カメラ名称:GoPro HERO 10 BLACK

■被写体距離: - ■室内照度: 89.4 lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度: 自動(1/32~1/1024) ■絞り:f/2.4 ■ISO値: 自動(100~898)

■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568 × 4176

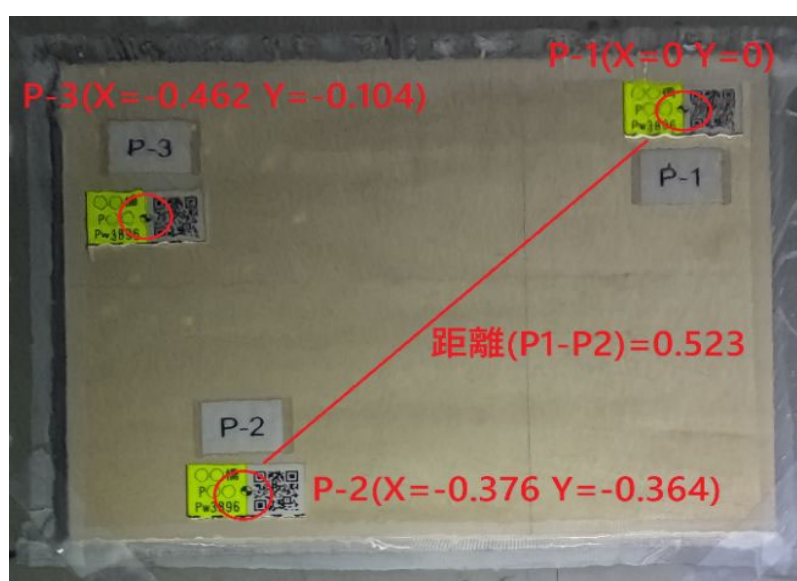


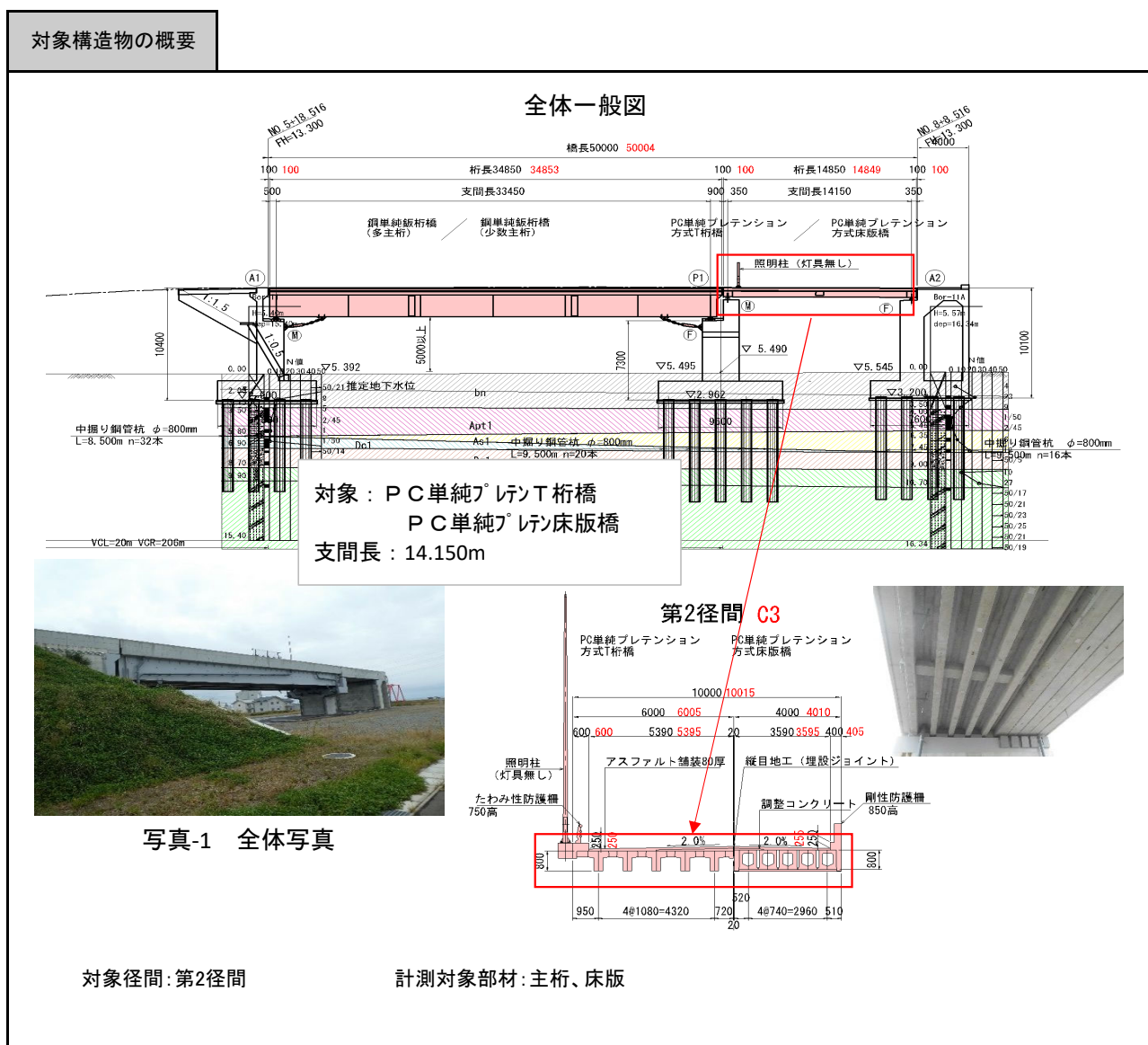
写真-6 オルソ画像

ボードマーカース座標値

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	-0.376	-0.376	0.000	-0.355	-0.364	0.009	0.517	0.523	101.1%
P3	-0.458	-0.462		-0.095	-0.104				

技術番号	BR010087					
技術名	水上ドローンを活用した溝橋や桁下面点検支援技術				開発者名	西部マリン・サービス株式会社
試験日	令和6年 12 月 23 日	天候	晴れ	気温	4.7 °C	風速 11 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	剥離・鉄筋露出	試験区分	標準試験

試験で確認する カタログ項目	計測精度
-------------------	------



試験方法(手順)	技術番号	BR010087
① 撮影機器等(BLUE ROV2(本体)、Gopro(10、11))(写真-2)		
② 測定状況(PC単純プレント桁橋部の撮影)(写真-3)		
③ 測定状況(PC単純プレント桁橋部の撮影)(写真-4)		
④ 測定状況(PC単純プレト床版橋部の撮影)(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



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称:GoPro HERO 11 BLACK

■被写体距離: - ■照度: 2698から3009 lux ■風速:0~11.0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度:自動(1/256~1/1024) ■絞り:f/2.4 ■ISO値:自動(100~678)

■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568×4872

■カメラ名称:GoPro HERO 10 BLACK

■被写体距離: - ■照度: 2698から3009 lux ■風速:0~11.0m/s ■焦点距離: 2.7mm

■シャッター速度:自動(1/32~1/1024) ■絞り:f/2.4 ■ISO値:自動(100~898)

■フォーカス::Auto ■画像Pixel数: 5568×4176

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

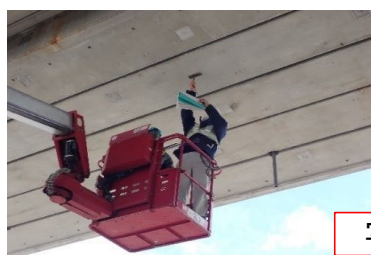


写真-7

※高所作業車による近接目視で剥離・鉄筋露出を確認する。(写真-6、写真-7)

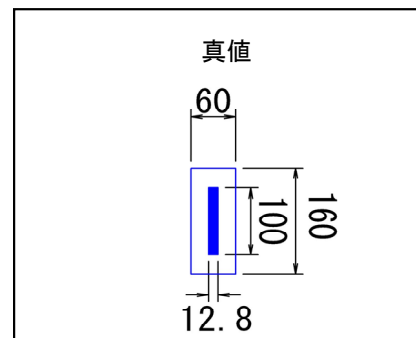
※計測結果:

(1)PC単純プレキャスト桁橋

①主桁下面



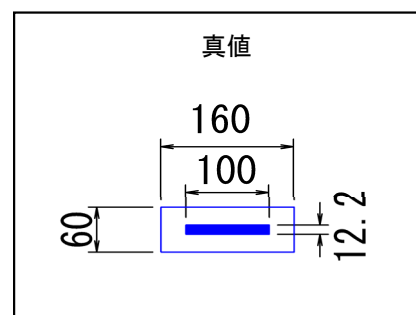
157.2mm×60.7mm



②主桁側面



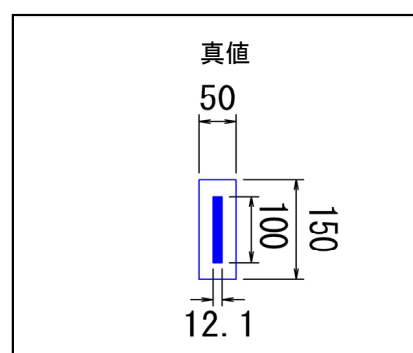
157.6mm×54.5mm



③間詰め床版

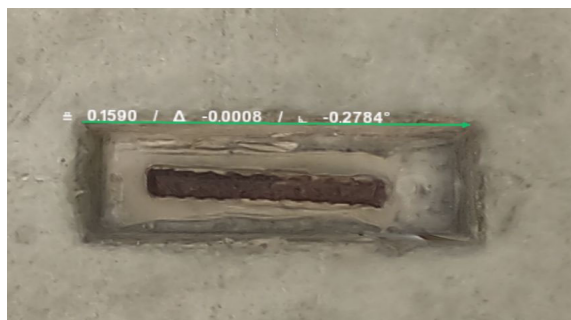


150.4mm×49.9mm

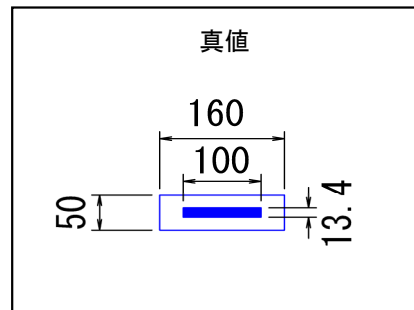


※計測結果:

(2)PC単純プレテン床版橋



159.0mm×53.8mm



(3)結果一覧表

		真値			計測値			比率 (%)
		縦(cm)	横(cm)	面積(cm ²)	縦(cm)	横(cm)	面積(cm ²)	計測値/真値
PCプレテンT桁橋	下面③	16	6	96	15.72	6.07	95.42	99.4%
	側面④	16	6	96	15.76	5.45	85.89	89.5%
	床版①	15	5	75	15.04	4.99	75.05	100.1%
PCプレテン床版橋	下面②	16	5	80	15.90	5.38	85.54	106.9%

$$X = \sqrt{\frac{\delta_a^2 + \delta_b^2 + \dots + \delta_i^2}{n}}$$

δa =検証側技術による測定値 (1回目) - 当該技術による測定値 (1回目)

δb =検証側技術による測定値 (2回目) - 当該技術による測定値 (2回目)

δi =検証側技術による測定値 (n回目) - 当該技術による測定値 (n回目)

(4)計測精度

サンプル数N: 4

面積: cm²

		真値	計測値	差分
PCプレテンT桁橋	下面	96	95.42	-0.58
	側面	96	85.89	-10.11
	床版	75	75.05	0.05
PCプレテン床版橋	下面	80	85.54	5.54
平均		86.75	85.5	-1.275

平均面積(86.75cm²)の相対差 X= 5.8 cm²

平均面積(86.75cm²)の相対比 =5.8/86.75=6.7%